





LA BIOLOGIE

HISTOIRE DU MONDE

PUBLIÉE

SOUS LA DIRECTION DE M. E. CAVAIGNAC

Tome XIII

La CIVILISATION EUROPÉENNE MODERNE

Ve partie

LA BIOLOGIE

PAR

L. AMBARD

Professeur à l'Université de Strasbourg



E. DE BOCCARD, Editeur

1, Rue de Médicis, 1

PARIS (VIe)

—

1930

L'Evolution de la Biologie depuis le moyen âge jusqu'à nos jours

---

Dans cet exposé nous ne nous occuperons que de la biologie animale, car il serait impossible d'embrasser en quelques pages les notions concernant la vie tout entière.

Dans un premier chapitre nous relaterons quelques-unes des découvertes les plus importantes réalisées depuis le moyen âge. Dans un second chapitre nous montrerons, dans un tableau d'ensemble, comment on se représente aujourd'hui la vie animale. Enfin, dans un troisième chapitre plus détaillé, nous analyserons de plus près les principaux problèmes de la biologie.

Les découvertes jusqu'au XIXe siècle.

Jusqu'au moyen âge les idées biologiques étaient des plus rudimentaires. A de rares exceptions, le fond scientifique sur lequel on vivait n'était que la somme des connaissances qu'on trouve dans les ouvrages grecs tels que ceux d'Aristote, d'Hippocrate et de Galien, pour ne citer que les auteurs les plus célèbres.

Ces œuvres contiennent une documentation très importante, au point de vue anatomique, mais très peu biologique à proprement parler. C'est ainsi qu'Hérophile et Erasistrate, qui pratiquèrent les premières dissections humaines systématiques (IIIe siècle avant J.-C.), décrivent avec précision la forme du cerveau et de la moelle et les nerfs qui partent de ce tronc nerveux ; Hérophile décrit les sinus veineux du cerveau et notamment un confluent qui a gardé encore son nom. Le cœur avec ses cavités, ses piliers, ses valves, est décrit avec le plus grand soin. Et par ces quelques citations, on voit bien que dès l'antiquité l'étude de l'anatomie avait été très poussée. L'évolution de la biologie ne pouvait évidemment progresser, si avant d'étudier l'usage des différentes parties du corps on n'en connaissait pas la forme et l'aspect. Aujourd'hui mê-

me, nous ne procédons pas différemment dans l'éducation biologique donnée à la jeunesse, et quiconque veut être biologiste doit étudier l'anatomie avant d'aborder la physiologie.

Mais il faut bien reconnaître que, dans l'antiquité, l'anatomie épuisait à peu près toutes les connaissances biologiques et que les fonctions des organes cependant minutieusement décrits étaient à peu près inconnues. Les notions physiologiques se bornaient presque uniquement à un peu de physiologie nerveuse, d'ailleurs parfois singulièrement aventureuse. Si Platon plaçait dans le cerveau « l'âme pensante », ce qu'aujourd'hui encore nous ne saurions désavouer, par contre Aristote voyait dans le cerveau comme une sorte de glacière qui rafraîchit le cœur. Il faut reconnaître cependant que dans Galien nous trouvons quelques faits de premier ordre, notamment la distinction entre une fonction sensible et une fonction motrice des nerfs, l'affirmation que non seulement le cerveau pense, mais qu'il est l'agent des mouvements volontaires, des expériences de sections transversales et longitudinales de la moelle donnant soit une paralysie complète, soit une paralysie de la moitié du corps.

Par contre, on ignorait presque tout de la respiration, de la circulation et de la digestion, pour ne parler que des principales fonctions de l'organisme.

Si du chapitre du fonctionnement des organes, nous passons maintenant à celui des maladies de ces mêmes organes, on est frappé du nombre d'observations remarquables que l'antiquité grecque nous a laissées. Pour employer la terminologie moderne, la pathologie antique nous semble avoir été en avance sur la physiologie. Une pareille consta-

tation peut étonner ceux qui sont étrangers à la biologie ; on pourrait penser que l'étude du fonctionnement normal d'un organe devrait précéder l'étude des perturbations de la fonction. Mais en biologie, comme dans bien d'autres disciplines sans doute, ce n'est pas la logique qui conduit les choses : ce sont des nécessités d'ordre purement pratique. La biologie est née de la nécessité de combattre les maux dont nous souffrons, elle est née de la médecine et de la chirurgie, au sens où tout le monde l'entend. C'est pourquoi on a d'abord étudié les anomalies avant d'étudier les fonctions normales. Et il faut bien le dire, cet esprit est resté le même aujourd'hui que du temps d'Hippocrate. Le médecin d'aujourd'hui se passionne volontiers pour les maladies, mais quand il s'agit de lui en faire rechercher la nature par l'étude de la physiologie, il estime qu'on lui inflige une perte de temps, et il qualifiie volontiers de sciences accessoires la physiologie, la chimie biologique, la médecine expérimentale, qui sont les fondements mêmes de la médecine. On ne s'étonnera donc pas que si les anciens ignoraient à peu près tout de la circulation du sang, ils savaient néanmoins arrêter une hémorragie en liant les artères. Et pour bien montrer que les connaissances pathologiques de l'antiquité étaient, sur bien des points, très précises, il nous suffira de citer quelques propositions de Galien : « le tétanos est une contracture des muscles et des tendons de tout le corps ; les mâchoires et le cou sont contracturés » ; « l'ischurie ou rétention d'urine reconnaît plusieurs causes : l'inflammation, le cancer, les caillots de sang, la paralysie vésicale, la lithiase vésicale, l'enclavement d'un calcul,

une maladie des reins ». Un tel langage est presque celui d'un traité de médecine moderne. Nous parlerions encore, à propos d'ischurie, d'hypertrophie de la prostate ; au lieu de maladie des reins, nous dirions néphrite, pour parler un langage plus savant, mais en somme, nous n'ajouterions que peu de chose au texte de Galien. Le même médecin grec nous dit encore : « l'entérocèle est l'entrée progressive ou soudaine de l'intestin dans le scrotum ; elle peut être due à un effort, à un coup ou à une distension du péritoine ».

Dans ces quelques citations, on remarquera la précision du langage anatomique, bénéfice des études morphologiques dont nous avions indiqué le singulier état d'avancement dès l'antiquité, et on remarquera encore la finesse de l'observation clinique, bénéfice du souci de guérir qu'eurent, de tous temps, les médecins.

Il est à peine besoin d'ajouter qu'une chirurgie souvent très audacieuse était le complément naturel de cette pathologie. Dès l'antiquité, on réduisait les luxations, on traitait les factures, on amputait, on enlevait les cristallins de l'œil en cas de cataracte, on enlevait les pierres de la vessie, on extirpait des sacs anévrysmaux. Bien entendu, les résultats opératoires étaient souvent décevants, mais pour une raison où la chirurgie proprement dite n'avait rien à voir : c'était parce que l'antisepsie n'était pas encore née.

Une anatomie très précise et très complète, une pathologie médicale et chirurgicale déjà très intéressante, une chirurgie très audacieuse, et souvent très ingénieuse, mais une connaissance à peu près inexistante des fonctions de l'organisme, tel est le

bilan de la science antique en biologie, tel restera l'état de la science biologique dans toute la longue période qui va de Celse et de Galien jusqu'au moyen âge inclus.

Avec cette époque commence une nouvelle période, et l'œuvre moderne apparaît si importante dès qu'on la considère sous ses différents aspects, qu'on est presque tenté de dire que la biologie est une science moderne. Quelques citations de découvertes et de faits donnent immédiatement cette impression.

Il faut d'abord citer la découverte de la circulation du sang, par Harvey (1578-1657), né à Folkestone, en Angleterre. Dans un petit ouvrage d'une centaine de pages, Harvey montre que le cœur est une pompe qui chasse le sang dans les artères et qui le reçoit par les veines. Cette découverte fondamentale devait constituer l'une des bases de la physiologie moderne. Avec le recul du temps, elle ne nous étonne plus ; nous la considérerions même volontiers comme se rapportant à un fait presque intuitif. Mais il faut croire qu'on ne pensait pas ainsi au temps où elle fut faite, puisque toute une école crut s'honorer du titre d' « anticirculateur », et que l'illustre Descartes, qu'on s'étonne de trouver ici dans le mauvais parti, soutient énergiquement que le cœur, loin d'être le moteur de la circulation, est au contraire dilaté passivement par le bouillonnement du sang dans les ventricules, comparable à celui du lait qui gonfle au feu dans une casserole.

La seconde découverte mémorable, et de portée scientifique infiniment plus grande, est celle de Lavoisier concernant la respiration.

Lavoisier établit que la respiration de l'être vivant est une combustion de tout point comparable à celles qu'on constate dans le monde inorganique « et que c'est, en grande partie, une combinaison de l'oxygène avec du charbon ». L'audace de faire une pareille assimilation était grande, car le feu d'un foyer brûle ; or, c'est à peine si la température du corps dépasse celle de l'air environnant ; mais, pour Lavoisier, la combustion, c'est la combinaison chimique seule, la flamme que nous voyons le plus souvent dans le foyer qui brûle n'est qu'une contingence, et, pour ce qui est de la température peu élevée que présente le corps malgré la combustion dont il est le siège, elle s'explique parce que la combustion est diffuse dans le corps.

Bien plus, c'est cette respiration, c'est cette combustion, qui maintient la chaleur du corps. Ainsi se trouvent unies deux fonctions par des liens insoupçonnés : la pénétration de l'oxygène dans le poumon ou respiration et la production de la chaleur animale.

Lavoisier pensait même pouvoir aller plus loin. Ayant, dans une nouvelle étape de sa pensée, établi un rapport entre la quantité de travail fourni par un muscle et la quantité de charbon qu'il brûle, il n'hésitait pas à dire que le travail intellectuel lui-même devait avoir pour origine la combustion de certains éléments. « La fièvre du travail n'est-elle pas, disait-il, l'intuition populaire que la pensée est issue d'une combustion. »

Il est à peine besoin de dire que les travaux de Lavoisier nous ont révélé d'un seul coup l'essentiel de la respiration, de la chaleur animale, du

travail musculaire et tout un domaine de la nutrition.

Au point de vue chronologique, il importe de remarquer qu'entre la découverte de Harvey, qui date du début du XVIIe siècle, et les découvertes de Lavoisier, qui datent de la fin du XVIIIe siècle, la biologie ne s'était enrichie d'aucune acquisition marquante. C'est véritablement la fin du XVIIIe siècle qui est le début de l'ère féconde. L'année 1780 est mémorable par la découverte de l'électricité animale. Depuis longtemps, on connaissait l'existence des phénomènes électriques, et l'on avait pensé que l'électricité jouait un grand rôle en biologie. On connaissait les décharges électriques de certains poissons, comme celles des torpilles, et l'on pensait que les nerfs n'étaient autre chose que des conducteurs d'électricité. Mais c'est à cela que se réduisaient les notions d'électricité animale avant la découverte du galvanisme.

Ce fut dans cette période d'idées confuses et hypothétiques que Galvani fit connaître sa mémorable découverte. Il suspend le train postérieur d'une grenouille à une balustrade de fer au moyen d'un crochet de cuivre et veut s'assurer si, dans ces conditions, les cuisses de la grenouille se contractent sous l'influence des décharges de l'électricité atmosphérique. Cette expérience lui était inspirée par une constatation antérieure, et qui avait été la suivante : on met en mouvement une machine à électricité statique à peu de distance de l'arrière-train d'une grenouille ; or, chaque fois qu'on touche les pattes de la grenouille, celles-ci se contractent. Dans

sa nouvelle expérience, Galvani voulait remplacer le contact des doigts de l'opérateur par le contact avec une balustrade de fer, et remplacer l'électricité de la machine par l'électricité de l'air.

Le résultat de l'expérience fut inattendu : chaque fois que, sous l'influence du vent, l'extrémité libre des pattes venait au contact de la balustrade, les cuisses se contractaient. Point n'était besoin pour que le phénomène se produisît, d'aucune production d'électricité atmosphérique.

Un pareil fait prit de suite une grande importance aux yeux de Galvani, pour la raison même que Galvani imputait, comme tous les savants de son époque, la contraction musculaire à une décharge électrique.

Dans son expérience, Galvani entrevoyait donc qu'avec un arrière-train de grenouille, du fer et du cuivre, il avait constitué une nouvelle machine électrique. Il s'agissait maintenant d'en établir le fonctionnement.

Galvani ne pouvait naturellement aborder ce problème qu'avec les idées de son temps. Or, à son époque, le système nerveux était considéré comme le siège d'une production d'électricité. Galvani interprétait donc son expérience de la manière suivante : l'arc métallique formé par le crochet de cuivre et la balustrade de fer ne fait que former un circuit électrique.

C'est alors que s'ouvre entre Galvani et Volta une polémique d'un intérêt sans précédent, polémique où chacun des deux savants veut expliquer le même fait par des théories essentiellement différentes et qui ne tarde pas à montrer que les deux savants ont tous deux raison.

Pour Galvani, nous l'avons dit, les métaux ne jouaient que le rôle d'un conducteur entre deux points du corps inégalement électrisés. En unissant ces deux points par un conducteur métallique, l'électricité circulait et la patte se mettait en mouvement.

Pour Volta, tout au contraire, c'était au contact des métaux que naissait l'électricité, et l'électricité ne naissait même que parce qu'il y avait deux métaux différents en contact.

Galvani ne devait pas tarder à prouver que dans ses affirmations il y avait un élément de vérité indiscutable, puisque l'on pouvait déterminer la contraction musculaire sans le secours des métaux. Il lui suffisait, à cet effet, de mettre la patte de la grenouille sur une plaque de verre pour l'isoler et de mettre au contact d'un muscle le bout libre du nerf sciatique. Chaque fois que l'extrémité du nerf était mise en contact avec le muscle, celui-ci se contractait.

Mais Volta ne devait pas tarder non plus à prouver que, de son côté, il avait aperçu un fait réel ; car en empilant des disques de métaux différents, séparés par du drap acidifié, il constituait une machine produisant de l'électricité. C'est de la découverte de Galvani, puis des travaux de Volta, suscités par la discussion entre Volta et Galvani, que datent nos connaissances scientifiques en électricité animale et que sont issus tous les grands travaux sur l'électricité en général. Il est permis de dire que, jusqu'ici, la physique pure a encore plus gagné que la biologie à la découverte de Galvani, et ce fait mérite d'autant plus d'être souligné que d'ordinaire c'est la biologie qui bénéficie des

progrès des sciences exactes, bien plus que celles-ci ne bénéficient des progrès de la biologie.

Abordons maintenant un sujet tout à fait différent. Il s'agit du perfectionnement de l'anatomie. Depuis l'antiquité, l'anatomie suivait la même routine. Elle décrivait les systèmes animaux avec soin, sous les rubriques d'appareils respiratoires, circulatoires, digestifs, et elle pensait que le progrès dans cette tâche ne pouvait résider que dans un surcroît d'exactitude. Avec un pareil programme, il était permis de penser que l'anatomie serait bientôt une science parfaite.

C'est au commencement du XIXᵉ siècle que Bichat montrait que la tâche supposée parachevée commençait à peine. Il montrait que s'il existe à la vérité des appareils digestifs, circulatoires, respiratoires, il entre dans la constitution de tous ces appareils, si dissemblables d'apparence, des tissus qui, eux, sont identiques. Un muscle, par exemple, est composé de fibres musculaires, de tissu conjonctif, de graisse ; mais dans un estomac, il y a également des fibres musculaires et des tissus conjonctifs. En d'autres termes, à côté des appareils et des organes, il fallait décrire les tissus dont sont composées ces parties du corps. A côté de l'anatomie sans épithète, il fallait faire place pour l'anatomie générale.

Avec une pareille conception, l'anatomie classique changeait grandement de signification. Elle devait évoluer encore bien davantage sous l'influence des idées de Schleiden et de Schwann. Pour ces savants, l'unité anatomique devait être recherchée dans des éléments infiniment petits, perceptibles

seulement au microscope, mesurant à peine quelques millièmes de millimètre de diamètre et qu'on appelle des cellules. L'étude spéciale des cellules inaugurait véritablement une science nouvelle, qui fut d'abord appelée « anatomie microscopique », puis « histologie ». Elle parachevait d'abord la conception de Bichat, en montrant que la qualité de chaque tissu est inhérente à l'identité des cellules qui le constituent, qu'en d'autres termes, les tissus musculaires, les tissus conjonctifs et les tissus nerveux étaient composés chacun de cellules d'un type spécial, à savoir : les cellules musculaires, les cellules conjonctives, les cellules nerveuses. Mais elle inaugurait à son tour une science nouvelle, celle de la cellule considérée en elle-même. La cellule, en effet, pour si petite qu'elle soit, est un monde, avec des parties hautement différenciées. Elle est composée d'un noyau et d'une masse qui enrobe le noyau. La masse périnucléaire elle-même n'est pas homogène, elle contient des granulations de types variés et des enclaves. Enfin, cette cellule vit, se multiplie et meurt. La vie de l'animal est formée de l'ensemble des vies élémentaires de ces cellules.

Changeons encore de sujet et abordons le rôle des infiniments petits dans la vie animale. Ce rôle nous a été révélé par Pasteur. L'œuvre de Pasteur est une de celles qui ont apporté les progrès les plus considérables dans certains domaines de la médecine et de l'hygiène.

Pasteur a découvert que certaines de nos maladies ne sont dues qu'à la pénétration dans notre

organisme d'êtres infiniment petits, de microbes. Avant Pasteur, l'existence des microbes était connue, mais on ne leur assignait aucun rôle dans les phénomènes de la vie.

Lui-même a pu ainsi identifier directement la nature de certaines maladies comme le charbon, le choléra des poules, l'infection puerpérale, et les continuateurs de son œuvre ont à leur tour reconnu l'origine microbienne ou parasitaire de la tuberculose, de la syphilis, de la fièvre typhoïde, pour ne citer que quelques maladies.

En identifiant la nature infectieuse de ces maladies, Pasteur créait du même coup la prophylaxie de ces maladies. Il avait montré, par exemple, que la chaleur tue les germes ; dès lors, pour éviter les affections qui se gagnent par ingestion d'eaux contaminées, il suffisait de faire bouillir les eaux d'alimentation ; pour les maladies qui se propagent par le contact seul des malades, comme la rougeole ou la scarlatine, la prophylaxie devenait l'isolement.

De pareilles découvertes étaient déjà très grandes. Mais il y a dans l'œuvre de Pasteur une découverte d'une portée incalculable : c'est la vaccination, la possibilité de mettre l'homme à l'abri d'une maladie, en lui injectant le virus même de cette maladie, mais un virus modifié et, comme on dit, atténué.

Enfin, l'on sait l'une des conséquences de l'œuvre pastorienne au point de vue de la chirurgie. Ce fut la possibilité d'éviter désormais l'infection des plaies et de tenter avec succès des opérations qui, avant Pasteur, n'étaient qu'une témérité.

A côté de l'œuvre de Pasteur, il faut citer celle de Claude Bernard.

Tandis que l'œuvre de Pasteur nous apparaît comme l'étude systématique d'une conception toute nouvelle créée par Pasteur lui-même, comme l'établissement de toute une technique destinée à exploiter cette conception elle-même et comme la démonstration rigoureuse des faits mêmes impliqués dans cette conception, l'œuvre de Cl. Bernard est bien différente. Cl. Bernard expérimente constamment ainsi que Pasteur, mais il borne ses recherches à la seule démonstration de l'existence du fait recherché. Lorsqu'une vérité lui paraît mise hors de doute, Cl. Bernard aborde un nouveau problème, et dans toute son œuvre apparaît surtout le souci d'enchaîner les faits au moyen de ce que nous désignons d'une appellation très française, les « idées générales ».

On ne peut citer Cl. Bernard parmi les grands novateurs de la biologie au même titre que Lavoisier, Harvey, Schwann, Bichat et Pasteur, c'est-à-dire au titre de promoteur d'une grande idée, mais on doit cependant le citer parmi les plus grands noms, comme l'un des savants qui ont le plus fait pour introduire dans la biologie un esprit véritablement scientifique.

La biologie, il faut bien le savoir, a toujours été un terrain ardemment disputé par les pseudo-phi losophes, les pseudo-littéraires et les pseudo-savants. De tous temps, ceux qui ne savent ni observer, ni comprendre, ont toujours cru, selon le mot de Bossuet, que les choses pourraient être ce qu'il leur plairaît d'imaginer. Pour de tels hommes, l'idée de déterminisme, de lois, d'identification des phéno-

mènes physico-chimiques avec la vie, constituaient, selon le mot de Dastre, autant de chimères fondamentales.

Claude Bernard a fait plus que tout autre physiologiste pour combattre ces idées rétrogrades. Le grand public a été surtout frappé par cette partie de l'œuvre de Cl. Bernard. Mais il faut citer quelques travaux de cet illustre physiologiste pour montrer l'importance des faits concrets qu'il a découverts.

Considérons d'abord le problème de la circulation tel qu'il avait été traité par Harvey. Dans le corps existe donc une masse de sang qui est poussée par le cœur dans les artères, ensuite répandu dans les tissus par les capillaires, et qui, de là, retourne, par les veines, dans le cœur. Mais le sang, c'est le milieu qui apporte aux cellules leurs éléments vitaux, comme l'oxygène et le sucre, et qui en exporte ce que nous appelons les déchets de la vie, comme l'acide carbonique et l'urée.

Un muscle qui travaille aura donc nécessairement besoin de plus de sang qu'un muscle au repos. La circulation générale devra donc, selon les circonstances, s'accélérer sur certains points du corps et se ralentir dans d'autres. Cl. Bernard découvre qu'une pareille opération s'exécute localement par la dilatation ou la contraction des capillaires d'une région, et que des nerfs spéciaux, les vaso-moteurs, règlent le calibre des capillaires. Dans l'idée de la circulation générale découverte par Harvey, Cl. Bernard introduit donc ce qu'on peut appeler le remaniement local de la circulation, ou si l'on préfère, des circulations régionales.

Considérons maintenant un des points les plus

curieux de la nutrition, celui des réserves des hydrates de carbone. Les plantes, nous le savons, font ces réserves sous forme d'amidon. Mais l'animal qui consomme constamment du sucre n'a pas de réserve de sucre. Cl. Bernard, dans une intuition géniale, soupçonne alors que l'animal crée véritablement ce sucre, d'une manière continue, aux dépens d'une substance comparable à l'amidon. Il cherche quel est, dans le corps, le vaisseau dont le sang est le plus riche en sucre lorsque l'animal est au jeûne ; il constate que c'est la veine qui sort du foie, la veine sus-hépathique. La substance aux dépens de laquelle l'organisme fabrique son sucre doit donc être contenue dans le foie. Il suppose encore qu'elle doit être chimiquement analogue à l'amidon ; aussi, pour l'isoler des albumines du foie, applique-t-il des méthodes qui vont détruire les albumines et respecter l'amidon présumé ; il découvre ainsi le « glycogène » générateur du glucose et qui est pour l'animal ce que l'amidon est pour la plante.

Un trait d'union des plus importants se trouve ainsi établi entre le règne animal et le règne végétal, qu'on s'était toujours plu à opposer. On saisit ici une des caractéristiques de l'œuvre de Cl. Bernard : c'est l'association d'une découverte de fait avec celle d'une conception générale.

L'œuvre de Cl. Bernard est très vaste, et nous ne saurions la résumer en quelques lignes. Signalons seulement, pour terminer, une de ses idées de travail où il entra en conflit avec Pasteur, et qui montre bien l'opposition fondamentale de ces deux grands esprits. Il s'agit de la fermentation alcoolique. Pour Pasteur, cette fermentation était la conséquence de la vie des cellules de levure. Pour

Cl. Bernard, la vie des cellules n'avait rien à faire dans le phénomène ; celui-ci n'est que le résultat de l'attaque du sucre par des ferments contenus dans la cellule. En d'autres termes, pour Cl. Bernard, on devait pouvoir transformer du sucre en alcool et acide carbonique, sans cellule, uniquement par des ferments non figurés. Pour Pasteur, l'intervention de la vie était nécessaire.

Des travaux ultérieurs devaient donner raison à Cl. Bernard. Mais s'en suit-il que Cl. Bernard avait entièrement raison contre Pasteur ? Il semble que sous des expressions où Cl. Bernard comme Pasteur rendaient mal leurs pensées intimes, ces deux savants avaient réellement en vue des questions fort différentes.

Pour Cl. Bernard, l'intérêt de la question était le déterminisme immédiat de la fermentation. Ce déterminisme a été prouvé ; le problème posé par Cl. Bernard a donc été résolu conformément à ses prévisions. Mais pour Pasteur, l'intérêt de la question semble avoir été différent. Les ferments que la cellule met en œuvre sont eux-mêmes le résultat de la vie de la cellule. C'est donc de la vie cellulaire que dépend, en dernière analyse, la possibilité de la fermentation. Les ferments ne sont que des agents d'exécution qui procèdent de la vie. Et ici apparaissent très nettement, du point de vue scientifique, deux états d'esprit très différents ; on entrevoit la raison d'être des polémiques qui ont eu lieu entre d'autres savants, au sujet des questions d'ordre transcendental, comme le problème de la vie, le problème de la force créatrice des êtres organisés, le problème de l'âme et du corps.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que de l'apport de quelques faits généraux de première importance par la biologie moderne. Mais pour apprécier un mouvement scientifique il faut, à côté des faits, noter encore les idées directrices. Si des faits donnent naissance à des principes, inversement il y a des principes qui donnent naissance à des découvertes, et au demeurant une science ne se constitue que dans la mesure où elle forme un système de principes.

Dans les idées générales qui ont renové la biologie, il faut distinguer celles qui ne sont qu'une extension des principes de la physique et de la chimie et celles qui sont propres à la biologie.

Les premières ont une importance doctrinale qu'il est aisé de comprendre. La vie a semblé pendant longtemps comme une manifestation à part dans le monde. Longtemps on a distingué les phénomènes vitaux et les phénomènes du monde inanimé dans leur essence même.

Montrer que des principes du monde inorganique s'appliquent rigoureusement aux phénomènes vitaux, c'était donc prouver qu'il existe pour le moins certaines identités entre la vie et les manifestations inorganiques. Ce progrès décisif fut l'œuvre de Lavoisier.

Ce fut à l'occasion de ses études sur la fermentation alcoolique que Lavoisier écrivit ces paroles qui devaient rester célèbres : « Rien ne se perd, rien ne se crée ni dans les opérations de l'art ni dans celles de la nature. » Ces aphorismes, qui ne devaient pas tarder à prendre rang de vérités fondamentales, étaient déduits de résultats donnés par la balance. Lavoisier, qui inaugura véritablement

l'usage de la balance en chimie minérale, venait de constater que dans toute réaction chimique le poids total des composants était toujours rigoureusement identique au poids du composé. Or la fermentation alcoolique, processus essentiellement vital, donnait les mêmes résultats. C'était donc qu'un même principe dominait les réactions chimiques ordinaires et les réactions vitales.

On peut dire que c'est cette constatation première de Lavoisier qui a amené logiquement à vérifier les lois de l'énergétique en biologie. Ce que Lavoisier avait démontré, c'est qu'il y a une conservation de la matière identifiable par la balance.

Avec les travaux d'un médecin, Lothar Mayer, un nouveau principe fondamental devait s'imposer rapidement à la science : celui de la conservation de l'énergie (1842). On sait ce qu'il faut entendre par ce principe. Dans le monde, il n'existe pas seulement de la matière, mais encore de l'énergie. Un corps qui tombe vers la terre est capable d'accomplir un certain travail. L'utilisation mécanique des chutes d'eau n'est que l'exploitation de ce fait. Mais un corps qui tombe vers la terre peut aussi produire autre chose que du travail ; il peut produire de la chaleur, et nous connaissons exactement la quantité de chaleur qui peut être produite en utilisant entièrement l'effet de la chute d'un corps. Si nous appelons énergie cinétique la force que l'on peut tirer d'un corps en mouvement, nous pouvons dire que l'énergie cinétique est transformable en chaleur. Mais la chaleur aussi est un type d'énergie. Or dans ces mutations d'énergie il ne se crée rien, mais il ne se perd rien non plus. Ce fut là la découverte de Lothar Mayer. La démonstration rigou-

reuse de cette vérité est difficle à donner, on le sait, mais tous les savants la considèrent comme acquise.

Peu de principes étaient, on le conçoit, aussi intéressants à vérifier en biologie. Le concept de force vitale avait longtemps régné dans cette discipline. Or si la force vitale qui échappe à nos mesures existait réellement, elle aurait fait apparaître des faits hors cadre pour la science au cours des mutations d'énergies. Il s'agissait donc de savoir si lorsqu'il y a transformation d'énergie dans l'organisme, rien ne se perd et rien ne se crée, c'est-à-dire s'il y a conservation de l'énergie comme dans la nature et, dans l'affirmative, un lien nouveau unirait la nature inanimée à la nature animée. C'est du point de vue des mutations de la chaleur en travail que cette enquête pouvait être abordée avec succès. Elle exigeait on le conçoit la notion de l'équivalent mécanique de la chaleur, notion qui fut fixée entre 1843 et 1850, comme il suit. Un travail de 425 kilogrammètres dégage une calorie lorsqu'il est transformé totalement en chaleur, et, *vice versa*, une calorie transformée en travail produit 425 kilogrammètres.

La conservation de l'énergie chez les animaux a été étudiée par toute une série de travaux dont les derniers en date, et aussi les plus précis, furent ceux d'Atwater et Benedict. Les résultats en furent les suivants : si, d'une part, on fait le total de la chaleur émise par un animal et du travail qu'il exécute, en comptant ce travail à raison de l'équivalent mécanique de la chaleur, et si l'on fait, d'autre part, le total de la chaleur de combustion des aliments réellement brûlés, ces deux totaux sont identiques.

Chez l'animal vivant, le bilan des énergies connues dans le domaine physico-chimique prouve donc qu'il ne se crée ni ne se perd aucune énergie : tout se passe comme dans une machine. On vérifie ainsi, en définitive, dans l'organisme vivant, deux principes fondamentaux de la science générale : celui de la conservation de la matière et celui de la conservation de l'énergie.

Restait, dans le domaine à analyser, un autre principe : à savoir, que lorsque de l'énergie thermique se transforme en énergie mécanique, cette transformation ne peut être que partielle ; qu'en d'autres termes, dans cette mutation, une partie seule de la chaleur peut se transformer en énergie mécanique, l'autre partie de la chaleur étant un déchet de la transformation. Ce principe est difficile à exprimer d'une manière précise pour la raison que la notion de quantité de chaleur est elle-même difficile à préciser. Si nous avons côte à côte deux litres d'eau renfermant au total une quantité de chaleur qu'en valeur absolue nous appelons A, et un litre d'eau contenant également une quantité absolue de chaleur égale à A, il est clair que la seconde eau aura une *qualité* différente de la première : son degré thermique sera plus élevé. Le second principe de l'énergétique, d'accord avec l'expérience, nous montre qu'à quantités de chaleurs égales, la proportion qui peut s'en transformer en travail est d'autant plus grande que la température de l'eau est plus élevée.

En définitive, l'idée qu'il s'agit de mettre en évidence est la suivante : alors que toute énergie mécanique peut se transformer intégralement en chaleur, sous quelque forme que nous soit donnée l'énergie

mécanique, inversement, il n'y a qu'une partie de l'énergie thermique qui puisse être convertie en énergie mécanique, et la grandeur de cette partie transformable dépend de la hauteur de chute thermique dont on dispose. Le second principe ne vise donc que la mutation de la chaleur en travail.

Un organisme produit de la chaleur et du travail. S'il transforme de la chaleur en travail, le second principe de l'énergétique doit lui être applicable. Or, il semble que le travail de l'animal vivant ne procède pas d'une mutation de chaleur en travail, puisque dans aucune partie de son corps on n'observe de chute thermique, condition indispensable à la mutation de la chaleur en travail.

Il semblerait donc que le second principe de l'énergétique n'ait pas à intervenir dans l'organisme vivant, et qu'à tout le moins, rien de ce qu'on y observe ne contredise le second principe.

Une idée qui a longtemps régné en biologie et qui contribuait pour beaucoup à faire considérer les phénomènes biologiques comme des phénomènes à part de ceux du monde inorganique, était que certaines réactions chimiques ne pouvaient être réalisées que chez le vivant. Certes, les éléments chimiques de ces réactions étaient identiques à ceux du monde inorganique, mais leurs arrangements ne semblaient pas pouvoir être réalisés par les moyens du laboratoire. C'était suggérer l'idée que certains processus biologiques étaient d'une essence spéciale, c'était faire à la vie deux parts : l'une commune à toute la phénoménologie générale, l'autre propre à la vie.

Cette conception n'est plus admise aujourd'hui. Ce fut la synthèse de l'urée accomplie par Wœhler

qui l'ébranla pour la première fois. L'urée est un produit de la dégradation des albumines qui se réalise au sein de l'organisme vivant ; c'est un corps très simple de composition connue. La chose étant ainsi, on pensait que si, par le processus du laboratoire, on ne pouvait fabriquer de l'urée, c'est que l'organisme disposait d'une sorte de génie spécial. Lorsque Wœhler montra qu'on pouvait faire de l'urée à partir d'éléments du monde inorganique, la vie perdait son privilège spécial sur la question de l'urée.

Après l'urée, la synthèse chimique se mit à produire bien d'autres corps, de la classe dite « organique », et dès lors l'opposition entre les réactions intraorganiques et les réactions chimiques banales ne pouvait plus se justifier.

Puisque l'homme faisait disparaître peu à peu toutes les barrières entre le monde organique et le monde inorganique, il y avait lieu de reprendre cette vieille question qui avait toujours hanté l'imagination des philosophes et des savants : pourquoi l'homme ne pouvait-il pas finalement créer, aux dépens d'éléments inanimés, quelque chose de vivant ?

Or, ici, nous nous trouvons en face d'un principe véritablement propre à la vie, qui est celui-ci : la vie peut, seule, engendrer la vie ; ce qu'on exprime encore en disant que tout ce qui est vivant est issu d'une cellule vivante.

Le problème de la génération spontanée est lié à cette question. On connaît sa solution actuelle :

le hasard ne saurait engendrer quelque chose de vivant, si modeste soit-il.

Mais ce que l'œuvre du hasard n'accomplit jamais, l'œuvre raisonnée de l'homme ne l'a pas accompli davantage. Ici, nous nous heurtons à une impossibilité absolue qui nous conduit à considérer les choses de la manière suivante.

Certes, un organisme vivant ne met en jeu que des forces générales à tout l'univers et conformément à des lois universelles, mais n'y a-t-il pas dans l'être vivant comme un plan très particulier, et qui nous est inconnu, selon lequel vont se dérouler tous les événements de l'être vivant, qui le fera croître, puis dépérir, puis finalement mourir ? Or, lorsqu'on énonce le terme de plan, on signifie par là même qu'une intelligence a présidé à la confection du plan. Or, comme ni le hasard — puisque la génération spontanée n'existe pas — ni l'homme ne sont capables de réaliser ce plan vital, c'est donc qu'une intelligence, qui n'est pas celle de l'homme, est intervenue. Ici se pose, pour certains esprits, le problème d'un Dieu créateur.

Si la vie, pour se réaliser, exige un certain plan d'organisation de la matière. le moins que l'on puisse dire c'est que la nature de ce plan nous échappe et que nous ignorons aussi comment il s'est constitué.

Mais dans la vie il y a encore autre chose qu'un plan d'organisation de matières inertes : il y a une sensibilité. L'homme est un être qui éprouve des impressions et qui en a conscience ; cette sensibilité et cette conscience paraissent répandues chez tous les animaux d'un type supérieur. Existe-t-elle encore chez les êtres monocellulaires et les plantes ?

Ici se pose encore tout naturellement le problème de la conscience, c'est-à-dire de quelque chose d'irréductible au poids d'une substance, à l'énergie qu'elle renferme et à ses arrangements.

Il ne faut donc pas se le dissimuler un instant, quels que soient les progrès qu'accomplisse tous les jours la biologie, il y a des terrains sur lesquels nos procédés d'investigation n'ont aucune prise. Dans ces terrains il y a des problèmes que nous ne savons même pas poser clairement.

La biologie, certes, ne se désintéresse pas de ces problèmes, mais ne pouvant y projeter aucune lumière, elle les considère encore comme en dehors de son champ d'action. Il y a donc eu, semble-t-il, quelque présomption de la part de certains savants à prétendre qu'on pourrait déduire une philosophie, une métaphysique ou une morale de la biologie. Il y a eu aussi un malentendu à prétendre que la science avait fait faillite dans le domaine métaphysique. La vérité en cette matière est toute simple. L'intelligence humaine sait explorer avec fruit certains phénomènes de la vie et elle est actuellement incapable d'en étudier d'autres. Il y a pour la biologie un domaine de l'inconnu et de l'inconnaissable, du moins présentement. Prétendre discuter ces problèmes inconnaissables au nom de la biologie, ce n'est plus faire de la biologie.

Par ces quelques considérations, nous avons voulu montrer les principaux apports de faits réalisés dans les temps modernes, et nous avons voulu montrer dans quel cadre de concepts généraux se situent ces faits.

II

Conception de la vie animale au XIXe siècle

Montrons maintenant la liaison qui existe entre les processus physico-chimiques de la vie. Cette liaison offre par elle-même un intérêt capital : c'est par elle que la vie existe ; sans elle il n'y aurait que des processus chimiques ou physiques quelconques, de même que des couleurs juxtaposées sans plan aucun ne sont que des amas de couleurs, par opposition à des taches coordonnées, lesquelles constituent un tableau.

A l'origine de tout être vivant nous trouvons, comme nous l'avons déjà dit, une cellule. Celle-ci n'a souvent que quelques dixièmes de millimètre de diamètre, mais c'est déjà tout un monde. C'est en tout cas une masse très différenciée, comme le montrent les examens microscopiques et chimiques. C'est encore une masse vivante qui se développe en s'incorporant de la matière ambiante, tout en se divisant en cellules nouvelles. Dès cette origine de la vie apparaît, pour beaucoup d'êtres, une différenciation vitale très importante, à savoir, le caractère sexuel. Beaucoup d'êtres vivants de la même espèce sont, ou bien mâles, ou bien femelles. Ici nous sommes en présence d'un très grand problème, celui de la détermination des sexes.

Franchissons maintenant une énorme étape dans la vie et considérons l'animal pleinement développé.

Il nous offre le spectacle d'un véritable monde où s'exécutent simultanément une multitude de réactions qui concourent au maintien de la vie.

Nous constatons d'abord que cet être vivant, même privé de tout aliment et à la condition qu'on lui fournisse de l'oxygène, peut continuer à vivre quelque temps : un homme, pendant plus de vingt jours par exemple, des animaux à sang froid, comme une grenouille, beaucoup plus longtemps. Privé d'alimentation, l'animal dépense de l'énergie pour ses mouvements, pour la conservation de sa température. L'énergie est alors empruntée à ses réserves matérielles. Mais dans ce cas, l'animal n'est plus, comme on dit, en équilibre. Une privation trop longue d'aliments le fera mourir avant le terme d'une existence normale.

La vie harmonique exige donc que l'organisme reçoive autant de matière qu'il en détruit au jour le jour, c'est-à-dire qu'il soit alimenté. L'alimentation est le premier problème par lequel nous pouvons aborder le problème de la vie, et dans ce problème nous pouvons discerner toute une série de questions.

Celle de la quantité des aliments tout d'abord. Pour un animal donné, la ration quotidienne doit comporter un certain poids de matière, sinon l'animal détruisant plus de substance qu'il n'en reçoit, maigrit et éventuellement peut mourir. L'usage est d'estimer la ration alimentaire, non pas en poids, comme nous venons de le dire, mais en calories, c'est-à-dire en quantité de chaleur susceptible d'être

formée par l'aliment lorsqu'il brûle. Il y a là des usages scientifiques qui ne sont pas faciles à justifier très fortement, et sur lesquels nous ne saurions insister ici.

Il y a ensuite la question de la variété des aliments. Les animaux ne peuvent vivre aux dépens d'un seul aliment sans mourir promptement. Il leur faut d'abord, pour la plupart d'entre eux, trois classes d'aliments : des albumines, des hydrates de carbone et des graisses. C'est là une notion qui a été établie au début du XIXe siècle et qui ne pouvait l'être auparavant, puisque l'identification même de ces composés ne remonte qu'à cette époque.

On a su ensuite qu'il devait y avoir une certaine proportion entre ces trois aliments.

Ces aliments ont été qualifiés de fondamentaux parce qu'ils apportent la presque totalité de l'énergie consommée par l'animal. Mais ils ne suffisent pas. Dans ces quinze dernières années, des savants américains, et notamment Osborne, Lafayette Mendel, ont constaté que les aliments fondamentaux donnés à l'état de pureté ne suffisaient à entretenir ni le poids, ni la santé, ni surtout la croissance. Ils ont appelé vitamines des substances inconnues constamment mêlées aux aliments naturels, lesquelles sont indispensables à la vie et sont efficaces à l'état de traces. Ce problème des vitamines est tout d'actualité.

En dehors des trois aliments fondamentaux et des vitamines, il reste encore la question de l'eau, des sels et de l'oxygène.

Le besoin d'eau d'un organisme d'une classe éle-

vée est absolu. Privé d'eau, un animal continue à en perdre par l'évaporation cutanée et pulmonaire ; sa secrétion urinaire alors se tarit, et il s'intoxique comme un animal qui n'a pas de reins.

Le besoin des sels variés est non moins absolu. Privé de sel, un animal continue d'en éliminer par la peau, l'intestin et les urines : il se déminéralise, se cachectise et meurt.

Lorsque les aliments ont pénétré dans le tube digestif, l'animal les assimile, il fait de ces corps quelque chose d'identique à sa propre substance. Pour les hydrates de carbone, ce travail d'assimilation est assez simple ; il est plus compliqué pour les graisses et encore mal connu pour les albumines.

Le besoin d'oxygène est également absolu. Privé d'oxygène, un homme meurt en trois ou quatre minutes. L'oxygène sert essentiellement aux combustions des aliments.

Dans l'ensemble, l'organisme brûle donc constamment des matières organiques, mais il ne reconstitue ses réserves que périodiquement. La destruction est continue, la reconstitution est discontinue.

La destruction continue a pour corollaire une fonction obligatoire : c'est l'apport continu d'oxygène réalisé par la respiration.

La nature de cette fonction nous a été révélée, nous l'avons dit, par Lavoisier, en tant que combustion, mais dans son détail, c'est un monde de processus qui est toujours à l'étude.

Nos mouvements respiratoires ont un certain rythme. Pourquoi, à l'état de repos, ce rythme est-il plus lent qu'à l'état d'activité ? Ce fait très simple n'a été connu que depuis trente ans par les travaux de Hasselbach, Haldane et Priestley.

On conçoit de suite qu'à l'état d'activité les muscles brûlent plus et qu'il leur faut plus d'oxygène. L'hyperventilation pulmonaire nous apparaît dès lors comme une nécessité. Mais reconnaître la nécessité d'un phénomène n'est pas en donner l'explication. Ce n'est que peu à peu, par des études minutieuses, que le mécanisme de la variation de la ventilation pulmonaire nous a été connu. On a constaté d'abord que tout ce qui augmentait la quantité des acides du sang exagérait la ventilation. On savait par ailleurs que le travail musculaire produit de l'acide lactique qui brûle incomplètement dans l'organisme, et que, plus le travail musculaire est intense, plus le taux de l'acide lactique augmente dans le sang. Il se trouvait donc que par suite d'une harmonie préétablie, le travail musculaire qui exige un surcroît d'oxygène s'accomplissait dans des conditions qui provoquaient justement un surcroît d'apport d'oxygène dans le poumon.

On saisit ici le lien interne entre l'alimentation et la respiration. La transformation des matières dans l'organisme qui est un fait de nutrition est inséparable de la respiration ; et l'on voit encore la respiration se régler automatiquement par la nutrition elle-même.

La biologie est pleine, ou plutôt n'est faite que de ces interdépendances qui règlent les processus vitaux avec une précision illimitée.

Si nous avons vu que la respiration est le corollaire obligé de la nutrition, nous pourrions en dire autant de toutes les autres fonctions de l'organisme,

avec cette seule différence que l'interdépendance des fonctions organiques est plus ou moins lâche, et que la suppression d'une des fonctions n'entraîne qu'à des échéances variables la suppression des autres fonctions.

Parmi les fonctions intimement liées à la nutrition, il faut citer, à côté de la respiration, la fonction circulatoire. De cette fonction, Harvey avait découvert, nous l'avons dit, l'aspect tout extérieur, le fait que le sang circule dans l'organisme. Mais la raison d'être, l'importance de cette circulation n'ont été connus qu'au début du XIXᵉ siècle, quand la chimie eut fait assez de progrès pour nous apprendre à quels processus chimiques participe le sang. Nous savons aujourd'hui que le rôle de la circulation est immense. C'est le sang qui apporte à chaque tissu l'oxygène qu'il recueille au niveau du poumon, et c'est le sang qui exporte au niveau du poumon l'acide carbonique qui se développe dans la combustion des tissus. Il faut que le sang se débarrasse d'acide carbonique pour pouvoir se charger d'oxygène. Ainsi apparaissent les rôles couplés du sang comme vecteurs de gaz antagonistes. C'est encore le sang qui importe dans les tissus certains des aliments qu'ils brûlent, comme la glucose, C'est le foie qui est la réserve d'hydrate de carbone sous forme de glycogène ; quand un muscle qui travaille s'appauvrit en glucose, le glycogène du foie se transforme en cette substance qui va de nouveau ravitailler le muscle. La circulation intervient donc ici encore directement dans la nutrition comme vecteur d'aliment. Or, si l'on cherche depuis quand nous connaissons ces faits, on voit que ce n'est pas seulement depuis qu'on a identifié la glu-

cose, c'est-à-dire depuis le début du XIXe siècle, mais seulement depuis que Cl. Bernard a identifié la glycogénie, c'est-à-dire depuis 1850 environ.

Ici une remarque s'impose ; on se demande parfois quelles sont, parmi les fonctions de l'organisme, la plus importante, et on croit souvent que c'est la circulation et la respiration. On voit d'abord que cette distinction est fictive, car un sujet dont le sang circule sans qu'il respire, circule pour ainsi dire à vide sous le rapport de l'oxygène, tandis qu'un sujet qui respire, alors que le sang ne circule pas, respire en vain puisque l'oxygène du poumon n'arrive pas à ses tissus : et c'est pourquoi un sujet ne peut pas vivre plus longtemps sans respirer que sans « circuler »

Mais, dira-t-on, ces fonctions sauvegardées, l'essentiel est assuré, le reste est d'importance moins immédiate. Ici il est difficile de poursuivre la discussion. Est-il possible que le métabolisme, c'est-à dire que la nutrition cellulaire, puisse être interrompue d'une façon primaire, pour reprendre ultérieurement. Si l'on s'adresse à des organismes très inférieurs, il semble que la réponse puisse être positive ; des rotifères desséchées restent très longtemps immobiles ; remis dans leur élément, ils redeviennent actifs. Mais la vie est-elle réellement arrêtée ? n'est-elle pas que ralentie ? Grave problème, car si la vie est réellement arrêtée, il n'y aurait pas de continuité obligatoire dans les processus vitaux. Quoi qu'il en soit, pour ce qui est des animaux à sang chaud, un arrêt temporaire de la nutrition cellulaire paraît causer irrémédiablement la mort.

Si donc, en pratique, parmi les fonctions immé-

diatement essentielles à la vie, on parle surtout de la respiration et de la circulation, c'est parce que nous ne connaissons pas d'arrêt possible de la nutrition sans que mort s'ensuive.

La circulation, si par là on n'entend simplement que le mouvement du sang dans les vaisseaux avec les transports de gaz et d'aliment qu'elle comporte, ne donnerait qu'une faible idée de toutes ses complications et de tous ses ajustements.

Pour que le sang circule, il faut qu'il règne une pression dans les vaisseaux. On la mesure surtout dans les grosses artères et, chose digne d'intérêt, elle y est remarquablement constante. Elle est donc réglée. Les mécanismes de cette régulation ne sont qu'à peine entrevus. Citons-en un exemple. Il existe dans l'organisme des glandes surrénales qui déversent dans le sang une substance dont l'effet est de renforcer la contraction cardiaque et de resserrer les vaisseaux. Par ces deux effets, l'adrénaline élève la pression du sang. Mais la sécrétion de l'adrénaline dans le corps est elle-même réglée. Or, on a constaté que si par un procédé quelconque la pression sanguine baisse, les centres nerveux sont excités dans la région qui commande la sécrétion de l'adrénaline.

Une chute de la pression sanguine se corrige donc automatiquement par une hypersécrétion d'adrénaline.

Pour que le sang circule utilement il faut que la quantité qui en est apportée à chaque organe suffise aux besoins de l'heure. En recevoir trop serait peut-être sans inconvénient pour un tissu, quoi qu'à

vrai dire nous l'ignorions, mais en recevoir insuffisamment ce serait diminuer la fonction, le fait est certain. Comme les divers organes du corps fonctionnent simultanément avec des intensités très variables selon le tissu considéré, il faut que l'organisme ajuste à tout instant des débits variés selon les territoires. Cet ajustement met en jeu des processus des plus variés. Nous n'en citerons qu'un seul. L'activité musculaire, nous l'avons dit, exige un surcroît d'apport d'oxygène au niveau des muscles ; par conséquent une circulation plus rapide dans le muscle au travail. Comment va se régler cette suractivité circulatoire ? D'une manière très simple : le muscle qui travaille imprègne son milieu d'un excès d'acide lactique. Or tout acide mis au contact d'un vaisseau le dilate, et toute dilatation vasculaire a pour conséquence un accroissement du débit sanguin. Les processus chimiques de la contraction musculaire accroissent donc directement l'irrigation du muscle.

Par tous ces faits, on voit dans quelle trame serrée d'intercorrélations fonctionnelles se développent certains processus biologiques. Il y a par contre des intercorrélations qui, pour être tout aussi solides, sont cependant moins immédiates dans le temps.

Prenons, par exemple, la sécrétion urinaire. La vie harmonieuse de l'organisme exige que les excreta du corps s'éliminent à mesure de leur formation. Beaucoup de ces excreta sont toxiques, leur accumulation peut tuer l'organisme. Mais la vie sera-t-elle compromise si l'exode des excréments est ajournée de quelques instants comme elle serait irrémédiablement compromise si l'apport de l'oxygène était simplement suspendu pendant trois mi-

nutes ? Loin de là, si on lie les uretères à un chien, il pourra rester huit jours et plus sans uriner et sans mourir ; après levée de l'obstacle, il pourra retrouver son état initial. Entre temps, il n'aura été que malade. Les glandes surrénales sont indispensables à la vie, sans elle la pression sanguine tombe, l'activité musculaire est déprimée. Vient-on à enlever les surrénales à un individu, il ne manifeste cependant tout d'abord aucun symptôme anormal et ce n'est qu'au bout de dix à quinze jours qu'il succombe. Nous saisissons ici un nouvel aspect de corrélations fonctionnelles ; c'est celui des rapidités de leur déclanchement. Il en est qui jouent intensément et sur-le-champ, il en est d'autres qui ne jouent que d'une manière mesurée et avec une lenteur extrême. Beaucoup de l'art du biologiste, du physiologiste comme du médecin, est de dépister si le fait qu'il envisage est à déterminisme instantané, ou simplement rapide, ou encore lent.

Une grande idée, d'ailleurs souvent difficile à mettre en évidence, est celle de Cl. Bernard sur le déterminisme de la stabilité vitale. Il est certain qu'un être vivant, un homme, est quelque chose de constant à quelque point de vue qu'on l'examine. La température, la pression du sang dans les artères, la composition du sang au point de vue du sucre et des sels, la composition de son air pulmonaire, varient peu d'un moment à l'autre. Si au lieu de l'homme nous prenons le chien, nous trouverons des valeurs absolues un peu différentes, mais la même stabilité de ces valeurs spéciales. Il apparaît dès lors que l'organisme maintient constante toute une série de conditions dont dépend son exis-

tence. Dès qu'on l'analyse de près, on s'aperçoit que la constance d'un élément de la vie n'est pas absolue, mais bien une oscillation plus ou moins petite se faisant autour d'un même niveau. Tout le monde connaît les oscillations diurnes de la température de l'homme : le matin, vers quatre heures, elle est minima, d'environ 36° 4 centigrades ; l'après-midi, vers quatre heures, elle est maxima, d'environ 37° 4. Mais dans l'espace d'une heure, la température ne paraît pas varier de plus d'un dixième de degré, et on pourrait la croire rigoureusement stable. Il n'en est cependant rien, elle oscille constamment, quoique très faiblement, avec une sensibilité extrême. Si nous contractons un muscle, la température du corps s'élève, mais aussitôt entre en jeu, soit la vaso-dilatation, soit la transpiration, et la température s'abaisse. La meilleure image de ce qui se passe alors est celle de la régulation d'une étuve. Maintenir une étuve à une température absolument fixe est ,on le sait, une impossibilité, mais ce qu'on réalise aisément, c'est une température qui va osciller autour d'une certaine valeur. Cette température pourra osciller aussi peu que l'on voudra, mais elle oscillera cependant ; la grandeur de l'oscillation dépend uniquement de l'inertie du système et de la finesse de sa régulation.

Or, toutes les régulations de l'organisme se font ainsi : lorsque l'on inscrit la pression sanguine d'un chien profondément endormi afin d'écarter toute cause perturbatrice et d'avoir un animal parfaitement calme, on observe des oscillations, les unes de fréquence rapide comprenant cinq à six battements cardiaques, les autres de fréquence très lente comprenant vingt à trente battements cardiaques.

Si l'on examine l'activité cérébrale d'un sujet dont l'attention paraît constante, on constate qu'elle oscille et Zwardemaker en a donné une élégante démonstration dans l'expérience suivante. Qu'on regarde attentivement un dessin au trait représentant une pyramide. Tout d'abord, on la verra en relief, mais après quelque temps on la verra en creux, et ainsi de suite. Il y a donc dans le système nerveux une oscillation d'activité périodique.

L'oscillation constante est donc la caractéristique fondamentale de la vie ; elle est le procédé par lequel l'organisme assure la constance moyenne de ses activités.

Toute une philosophie de la vie, mais aussi toute une science très précise se fondent sur ce fait général : la vie d'un animal n'est qu'un ensemble de rythmes. Il y a des rythmes élémentaires et des rythmes coordonnés ; il y a des rythmes rapides et il y a des rythmes lents. Un muscle qui est contracté n'est pas un muscle immobilisé dans un raccourcissement. C'est un muscle qui oscille à raison de vingt-cinq à trente fois par seconde autour d'une position moyenne. Voilà un rythme élémentaire.

Un cœur qui fonctionne nous présente d'abord ce rythme élémentaire, mais, en plus, un rythme de plus grande amplitude qui est l'alternance de la contraction et de la dilatation du cœur à raison d'une révolution cardiaque par seconde en moyenne. Voilà un rythme coordonné.

Pour le système nerveux, nous ne connaissons pas directement de rythmes élémentaires, nous ne pouvons que soupçonner celui de l'influx moteur,

et nous pensons qu'il est synchrone de la contraction élémentaire du muscle ; mais nous connaissons des rythmes supérieurs, par exemple, celui de la respiration. Malgré que le bulbe reçoive une excitation continue, il réagit en provoquant successivement des inspirations et des expirations, à raison de seize à dix-huit par minutes chez l'homme. Le sommeil et l'état de veille sont de grandes manifestations rythmiques du système nerveux. Pendant tout le jour nous manifestons une activité psychique continue, avec de petites oscillations dont les périodes s'étendent sur une minute ou deux, et aussi avec des oscillations à périodes plus amples, qui s'étendent sur une heure ou deux ; mais en somme, à l'état de veille, l'activité psychique reste toujours relativement assez importante. Vient la nuit ; le travail psychique devient réellement pénible, nous éprouvons une sensation de fatigue, nous décidons de nous reposer ; rapidement le travail psychique s'annule presque complètement, sous réserve de l'activité cérébrale du rêve. Le lendemain matin, l'esprit complètement reposé est apte à une activité nouvelle. Au-dessus de ce rythme psychique diurne, il y a des rythmes de plus grandes amplitudes : ceux qui nous imposent un repos relatif chaque semaine et un repos prolongé annuel.

La vie d'un organisme vivant examinée dans une perspective d'ensemble se présente donc comme quelque chose de continu et de permanent ; mais, dans le détail, ses lignes d'activité de tous ordres nous apparaissent comme des oscillations continues autour d'une trajectoire moyenne.

Un grand problème d'ordre très général qu'on rencontre à tout instant dans l'étude de la vie animale est celui des mécanismes qui coordonnent harmonieusement tous les processus vitaux.

A propos de la contraction musculaire nous avons eu l'occasion de mettre l'un d'eux en évidence. Nous avons vu qu'un muscle qui travaille a besoin de recevoir plus de sang afin de recevoir plus de glucose et plus d'oxygène : nous avons vu qu'un muscle qui travaille est d'avantage imprégné d'acide lactique qu'un muscle au repos, et que, comme l'acide lactique est un vaso-dilatateur, la contraction musculaire assure elle-même l'accroissement de la circulation du muscle.

Ce que nous observons ici, c'est un type de ces mécanismes par lesquels l'organisme réalise ces genres de coordination, qui sont innombrables, à tel point qu'on serait tenté de caractériser la vie par la coordination des processus vitaux.

L'organisme use à cette fin de procédés des plus variés.

Les deux plus importants qui nous soient actuellement connus sont ceux du type nerveux et ceux du type humoral.

Un exemple de chacune de ces coordinations va nous montrer tout de suite la signification qu'on leur attribue.

Un individu qui a faim se trouve en présence d'aliments. Il mange, les aliments vont être divisés par la mastication et subir des transformations chimiques successives dans la bouche, dans l'estomac et dans l'intestin. Ces transformations chimiques se font par l'action des ferments, qui sont des corps de nature inconnue ayant la propriété de transfor-

mer, à la température du corps, toute une série de substances. Les ferments sont très nombreux et l'action de chacun d'eux est spécifique. Celui qui agit sur l'amidon, n'agit pas sur le sucre de canne, celui qui agit sur les albumines n'agit pas sur les graisses et ainsi de suite. Les ferments restent emmagasinés dans des glandes comme les glandes salivaires, gastriques et pancréatiques pendant tout le temps où ils n'ont pas à intervenir. Par contre, le moment de l'intervention est-il venu, ils vont être sécrétés dans les cavités où ils doivent agir, par exemple dans la bouche, dans l'estomac et dans l'intestin.

Le jeu normal de la nutrition exige donc la sécrétion au moment opportun du ferment utile à la digestion.

Or l'organisme met ici en usage deux procédés tout à fait différents. Les ferments des glandes salivaires et des glandes gastriques sont sécrétés sous l'influence d'une excitation nerveuse ; ceux du pancréas sous l'influence d'une excitation humorale.

Pour ce qui concerne la sécrétion des glandes salivaires et gastriques, voici en effet ce qu'on observe : Dès que nous voyons les aliments, surtout quand nous avons faim, les glandes salivaires sécrètent, et il en est de même des glandes gastriques (observation classique du chasseur Canadien). Voici donc des sécrétions déclenchées sans contact matériel des aliments avec l'organisme. Comment peut-il en être ainsi ? La physiologie moderne l'a clairement montré.

La vue ou l'odeur des aliments excitent certains centres nerveux. Leur excitation arrive par voie

triques, d'où l'afflux de salive et de suc gastrique dans la bouche et dans l'estomac.

C'est donc le système nerveux qui coordonne l'entrée des aliments dans la bouche et la sécrétion des premiers ferments destinés à les digérer.

Mais poursuivons l'étude des coordinations digestives : les mécanismes coordinateurs vont changer brusquement.

Les aliments qui passent de l'estomac dans l'intestin subissent dans cette dernière cavité de nouvelles attaques fermentaires : celles des ferments du pancréas. Or c'est par un mécanisme humoral que la sécrétion pancréatique va se coordonner au passage du chyme gastrique dans l'estomac. La paroi de l'intestin grêle contient une substance chimique très particulière découverte à la fin du XIXe siècle par Bayliss et Starling et appelée sécrétine. Cette substance, chaque fois qu'elle quitte l'intestin pour passer dans la circulation générale, déclenche immédiatement la sécrétion pancréatique et nous savons que ce phénomène est dû à l'action immédiate de la sécrétine sur le pancréas. Or, l'expérience a montré que c'est le contact même du chyme gastrique acide avec l'intestin grêle qui libère la sécrétine.

La coordination de la sécrétion du pancréas avec le passage des aliments dans l'intestin est donc réalisée par une substance chimique lancée dans la circulation générale. C'est pour cette raison qu'une pareille coordination est appelée humorale.

Un grand nombre des coordinations peuvent rentrer dans l'un ou l'autre de ces types nerveux ou

humoraux, ainsi qu'on le verra par quelques exemples. Pour les coordinations nerveuses nous envisagerons la régulation thermogène, la régulation de la pression sanguine, la progression des aliments dans l'intestin.

Un animal passe d'une enceinte où la température est de 20° à une enceinte où la température est de 0°. Si rien ne changeait dans les processus biologiques de cet animal, il se refroidirait. En effet il continuerait à produire la même quantité de chaleur, mais il en rayonnerait davantage. Or l'expérience montre que malgré la variation de la température extérieure, sa température propre ne varie guère. Il lutte contre le froid et cette lutte est surtout assurée par des commandes nerveuses. Tout d'abord, sous l'influence du froid extérieur, ses vaso-moteurs cutanés entrent en action, la circulation de sa peau diminue ; l'animal rayonnera moins de chaleur tout en en produisant autant. Mais cette diminution du rayonnement calorifique peut être parfois insuffisante pour éviter le refroidissement dû au contact de l'air froid. Une nouvelle défense entre alors en jeu. Si la température centrale s'abaisse, les centres cortico-moteurs et musculaires sont excités ; il en résulte des mouvements musculaires généraux : c'est le frisson thermique que tout le monde a plus ou moins ressenti. Ces contractions musculaires produisent de la chaleur qui compense la déperdition précédente.

Un animal passe d'une enceinte où la température est de 20° dans une enceinte où la température est de 30°. Si rien ne changeait dans les processus biologiques de cet animal, il s'échaufferait. En effet, continuant à produire la même

quantité de chaleur, il en perdrait moins par le rayonnement. Il doit donc lutter contre l'échauffement. Cette lutte est encore essentiellement commandée par le système nerveux. L'action de la chaleur extérieure excite le système nerveux de telle sorte que les vaisseaux de la peau se dilatent, d'où déperdition de chaleur par augmentation du rayonnement ; simultanément, les glandes sudoripares sont excitées, d'où déversement de sueurs sur la peau et réfrigération par évaporation aqueuse. Enfin, si la température s'élève malgré ces processus défensifs contre l'échauffement, le centre respiratoire est excité à son tour ; la respiration s'accélère et l'évaporation aqueuse est accrue au niveau du poumon.

Quand les ventricules du cœur se contractent, la pression du sang dans l'aorte s'élève brusquement ; mais elle s'élèverait bien davantage si les ventricules ne contenaient un nerf sensible, le nerf de Cyon, dont la pression mécanique excite dans les centres nerveux le nerf splanchnique. L'excitation de ce dernier dilate les vaisseaux de l'intestin ; et grâce à cette vaso-dilatation, le cœur, lorsqu'il se contracte, trouve devant lui une contre-pression diminuée, d'où atténuation de l'élévation systolique de la pression sanguine.

Un résidu alimentaire qui se trouve dans une région quelconque de l'intestin, progresse toujours dans un sens unique qui est celui de l'anus. C'est le système nerveux qui règle cet exode. Toute la musculature de l'intestin est innervée par des postes nerveux à champs d'action limités et qui se commandent successivement, mais de telle sorte que les excitations nerveuses peuvent bien circuler de l'es-

tomac vers l'anus mais non pas de l'anus vers l'estomac. Par ce dispositif nerveux, les excréments ne peuvent que sortir du corps.

Ces quelques faits ne constituent que des exemples destinés à montrer la diversité des mécanismes biologiques qui commandent les coordinations nerveuses. Mais, pour comprendre toute l'importance de cette coordination, il faut se représenter la multitude des fonctions qu'elle régit. On en aura l'impression d'ailleurs très incomplète si l'on songe que la marche, avec sa complication de contractions et de relâchements musculaires simultanés, que l'équilibration avec ses mouvements musculaires tous harmonisés en vue du maintien d'une attitude déterminée, que toute la physiologie des organes des sens, que toute l'activité psychique sont autant de coordinations nerveuses.

A constater les innombrables combinaisons fonctionnelles que réalise le système nerveux, on pourrait se demander pourquoi toutes les coordinations ne seraient pas assurées par les nerfs. Nous l'ignorons complètement, et peut-être même un pareil problème n'est-il pas du ressort de la biologie.

Quoi qu'il en soit, toute une série de processus biologiques sont coordonnés par des processus chimiques, c'est-à-dire par des substances qui circulent dans l'organisme tout entier et qui, selon les tissus qu'ils touchent, déclanchent tels ou tels phénomènes.

Claude Bernard est, sinon le promoteur de la notion des coordinations humorales, mais du moins le promoteur de l'idée d'action plus ou moins élec-

tive de certaines substances. On connaît l'essentiel de ses conclusions concernant le curare. Ce poisson végétal paralyse le mouvement, mais ne touche pas à la sensibilité ; il dissocie le système nerveux moteur d'avec le système nerveux sensitif.

Toute la pharmacologie dérive de cette notion d'action plus ou moins élective. L'atropine paralyse le pneumogastrique, dilate la pupille, mais aux doses habituelles elle paraît sans action sur bien d'autres nerfs. L'organisme vivant produit continuellement des substances de ce genre aux actions des plus variées et plus ou moins électives.

Nous avons déjà signalé la sécrétine qui excite la sécrétion externe du pancréas. Il faut citer l'insuline, récemment découverte (1920) par Mac Léod, Best et Banting, produit de la sécrétion interne du pancréas, qui accélère la combustion du glucose dans tous les tissus où elle pénètre, et dont le déficit constitue la maladie appelée diabète. Il y a encore l'adrénaline, produit des surrénales dont l'effet est de contracter tous les vaisseaux sauf ceux du cœur. Il faut encore citer la sécrétion du corps thyroïde indispensable au développement du corps, les sécrétions des glandes génitales qui déterminent les caractères sexuels et qui jouent un rôle capital dans la grossesse et la sécrétion lactée.

Il n'est pas jusqu'aux substances chimiques pures elles-mêmes, comme les sels de chaux, le chlorure de sodium, l'acide carbonique, l'acide lactique, qui ne jouent, à bien des égards, le rôle de coordonnateurs fonctionnels.

Après cet exposé du mécanisme de la vie normale, nous devons dire quelques mots de la maladie.

On a souvent essayé de la définir d'une manière générale, mais sans aboutir à une conception qui résiste à la critique.

Ce problème est difficile, mais il faut le dire aussi, les discussions qu'il suscite sont assez vaines. Le plus souvent, on arrive au débat classique sur la calvitie ; presque toujours il s'agit d'une question de plus ou de moins, et délimiter les frontières de la maladie devient dès lors une utopie.

Pour ces raisons, nous nous bornerons à de brèves considérations.

On oppose souvent l'accident à la maladie. Un homme se fracture un bras, une cuisse ou le crâne ; nous dirons qu'il y a accident et non pas maladie ; on peut cependant mourir d'une fracture du crâne. La gravité du mal n'entre donc ici pour rien dans la distinction entre l'accident et la maladie. Cette distinction repose sur la cause du mal. Est-elle mécanique ? on parle d'accident ; est-elle une altération de l'organisme consécutive à une modification d'origine intrinsèque aux tissus ? on dit qu'il y a maladie.

En apparence, l'opposition ne paraît pas soulever de difficulté ; en fait, elle en soulève constamment.

A la suite d'une fracture du crâne, se développe une méningite : c'est une maladie, parce que c'est une inflammation des méninges due à des microbes qui pullulent dans les tissus. Pour rester d'accord avec les principes, on dira alors qu'il y a méningite consécutive à une fracture du crâne. L'accident a provoqué la maladie.

Mais supposons encore que, sans infection secondaire, la fracture du crâne comporte une destruction irrémédiable d'une partie du cerveau. Le sujet restera, par exemple, privé du sens de l'ouïe. Persisterons-nous à dire qu'il est un accidenté et non un malade ? Pour établir la justification des primes à payer par une assurance, l'affaire est de première importance, mais, du point de vue scientifique, cette discussion de terminologie est sans intérêt.

Prenons maintenant le cas des maladies par déficit ou excès d'une fonction — ces maladies sont nombreuses. Citons le diabète, le goître, la dyspepsie. Prenons le diabète et acceptons la conception moderne d'un déficit d'insuline. En cas de déficit franc d'insuline, la chose est facile à juger sans équivoque. Un homme qui a cent grammes de sucre dans ses urines est un diabétique, personne ne le contestera. Mais si le déficit de l'insuline est minime il n'y aura pas de sucre dans les urines ; pour juger le cas, il faudra voir si le sucre n'est pas en excès dans le sang. La normale est de un pour mille environ. Avec une glycémie de 2 pour mille, tous les médecins diront « diabète » ; avec une glycémie de 1, 50 pour mille, ils diront « diabète léger », mais avec une glycémie de 1,30 ou 1,20 ils hésiteront. C'est le problème de la calvitie qui apparaît.

Prenons encore le cas de la maladie infectieuse, de la fièvre typhoïde, par exemple.

Cette affection est causée par le pullulement du bacille d'Eberth. Dans ses formes franches, elle est caractérisée par de la torpeur, de la diarrhée, des éruptions spéciales et de la fièvre. Aucun médecin n'hésite en présence de cas pareils.

Mais considérons le cas d'un sujet qui est normal à quelque point de vue qu'on le considère, si ce n'est qu'il élimine des bacilles d'Eberth dans ses selles. C'est là une chose anormale : l'homme sain ne rend pas de bacilles d'Eberth dans ses matières. Comme notre sujet ne nous paraît cependant pas malade, nous ne dirons pas qu'il a une infection typhique, nous l'appellerons seulement « porteur de germes ». Mais quelle est la place que doivent occuper les porteurs de germes dans la nosographie ? Faut-il en faire des malades ou des non-malades ? Ici on perçoit toute l'inanité de ce problème et la raison du désintéressement du médecin à son égard. Peu lui importe le qualificatif à donner au porteur de germes. Dans un pareil sujet, il ne voit qu'un sujet qui porte en lui la source possible d'une vraie maladie typhique et un élément de contagion pour l'entourage.

Le problème de la définition même de la maladie n'a donc pas changé depuis l'antiquité, quels qu'aient été les progrès de la médecine. Il est resté une question d'ordre spéculatif et de peu d'intérêt scientifique.

III

Quelques problèmes contemporains

Dans ce chapitre nous résumerons quelques-unes des questions les plus importantes de la biologie moderne .

L'anesthésie

Opérer sans douleur a constitué un grand progrès, pour le patient d'abord, et pour le chirurgien ensuite.

Il faut se représenter ce qu'était la chirurgie avant l'anesthésie.

C'était un acte de torture volontairement accepté par le patient. La souffrance, quand on coupait la peau, les aponévroses et les nerfs, était atroce, parfois si violente que le patient perdait connaissance. Il fallait donc aller vite pour pouvoir finir à temps. Or une opération délicate exige parfois beaucoup de temps, quelquefois une heure.

Sans anesthésie, le patient souffrait horriblement, et le chirurgien ne pouvait pas opérer selon les règles de l'art.

Insensibiliser un homme, sans qu'il courût de risques, et sans qu'au réveil il eût à supporter aucune conséquence fâcheuse de son insensibilisation, devait donc être un gros progrès dans la chirurgie, et il faut bien le dire, un progrès dont l'expérimentation sur les animaux devait bénéficier également. Nous relaterons l'historique de cette découverte en l'empruntant à l'ouvrage de Dastre sur les anesthésiques :

« Le 27 octobre 1846, deux citoyens de Boston : Morton, dentiste, et Ch. Jackson, professeur de chimie, prenaient un brevet d'invention d'une espèce rare. Les deux associés entendaient se réserver l'exploitation du léthéon, sorte de composition secrète qui rendait l'homme et les animaux à la fois insensibles à la douleur et inertes pendant les opérations. Sous ce nom de léthéon, les inventeurs prétendaient vainement dissimuler l'éther ordinaire, dont l'odeur révélatrice était dénaturée par l'essence de néroli.

« L'anesthésie était découverte. »

Coïncidence curieuse : l'anesthésie était découverte en Amérique juste au moment où, en France, l'illustre Velpeau écrivait à propos de la technique opératoire : « Eviter la douleur dans les opérations est une chimère qu'il n'est pas permis de poursuivre. »

« Les médecins érudits ont essayé de rattacher l'anesthésie actuelle aux procédés d'insensibilisation imparfaite qui ont été en usage à toutes les

époques, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours. Il y a dans ce dessein beaucoup d'illusion.

« On a évoqué le passé le plus lointain et le plus fabuleux. Comme ce gentilhomme qui faisait remonter sa noblesse à Adam, l'anesthésie aurait trouvé ses premiers titres dans le berceau même du genre humain. Il y a quelques années, le très grave et très habile chirurgien Simpson, pressé très vivement par quelques théologiens anglicans qui condamnaient l'anesthésie obstétricale au nom de la Bible et dont la piété trop scrupuleuse voulait respecter, dans la douleur de la femme, le décret de la volonté divine, trouva piquant de les battre sur leur propre terrain et il leur opposa le récit de la création de la femme d'après la Genèse : « *Immisit ergo* « *Dominus soporem in Adam ;* le Seigneur endormit « Adam et tandis qu'il dormait il lui arracha une cô« te dont il fit la femme. » Voltaire qui s'étonnait qu'Adam n'eût rien senti n'avait donc aucun soupçon de l'anesthésie. »

S'il est légitime, comme l'a fait Dastre, d'attribuer à Morton et à Jackson la découverte de l'anesthésie, ou plutôt son introduction dans la grande chirurgie générale, il est juste de rappeler que des insensibilisations parfaites, quoique de très courte durée et par suite inutilisables en chirurgie, avaient été réalisées deux ans avant les travaux de Jackson et de Morton. Empruntons encore à Dastre l'historique de cette question :

« Transportons-nous par la pensée dans la petite ville de Hartford, de l'Etat de Vermont, le 10 décem-

bre 1844. On a annoncé pour le soir de ce jour une séance de chimie, à la fois instructive et amusante, ce que nous appellerions aujourd'hui une conférence. Un dentiste de la ville, H. Wells, y assiste avec sa femme et il prend un vif intérêt aux expériences que le conférencier Colton reproduit devant le public à la fin de la leçon. Parmi ces expériences, se trouvait celle de l'inhalation du protoxyde d'azote. Horace Wells, que les récits nous dépeignent d'ailleurs comme un homme vif, intelligent, enthousiaste, n'avait à cet égard le cerveau embarrassé d'aucun préjugé. C'était vraisemblablement la première fois qu'il entendait prononcer le nom du gaz hilarant. Mais son esprit ouvert et attentif à la nouveauté fut frappé d'un détail caractéristique. Parmi les assistants qui s'étaient soumis à l'inhalation, il y en eut un qui fut extraordinairement agité et qui, dans les mouvements désordonnés auxquels il se livra, venant à heurter les bancs et les sièges, s'y meurtrit assez rudement pour que le sang coulât de ses blessures. Il ne manifesta cependant aucun signe de douleur. Ce fait frappe H. Wells comme un trait de lumière. Il conçoit la possibilité de supprimer à l'avenir la douleur du domaine de la chirurgie dentaire. Dès le lendemain, il entra en action et, en présence de plusieurs témoins, il se faisait extraire une dent après avoir respiré le gaz insensibilisateur ; il n'en éprouva pas plus de mal que d'une piqûre d'épingle. »

Du point de vue chronologique, c'est Horace Wells qui fut donc l'initiateur de l'anesthésie. S'il n'en a pas conservé, auprès du public médical, toute la gloire, ce fut pour des questions de jalousie

étroite, et puis parce que ses deux compatriotes, Jackson et Morton, plus avisés que lui, mais cependant inspirés par lui, eurent l'idée de substituer l'éther au protoxyde d'azote. Pour des raisons que nous examinerons ultérieurement, on ne pouvait réaliser vers 1846-1850 que des anesthésies de courte durée avec le protoxyde, tandis qu'avec léther on pouvait prolonger le sommeil. Le grand public, qui apprécie parfois trop le résultat pratique et pas assez les idées de principe, trouva dès lors Jakson et Morton très supérieurs comme innovateurs à H. Wells, et l'homme qui fut certainement le grand initiateur fut longtemps et reste encore un méconnu.

L'anesthésie constitue comme l'a noté avec profondeur Cl. Bernard, une véritable expérience très remarquable.

L'anesthésie supprime la sensibilité, la conscience et le mouvement en général, mais elle respecte certains mouvements et elle respecte aussi les processus élémentaires de la vie.

Un sujet anesthésié ne peut mouvoir sa jambe, mais il continue à respirer et son cœur continue à battre. Naturellement aussi, ses échanges intimes se poursuivent, il consomme de l'oxygène et élimine l'acide carbonique. La vie de relations est supprimée, la vie végétative persiste. On peut encore décrire autrement l'anesthésie. On peut dire qu'elle atteint uniquement les centres nerveux, mais en respectant l'un d'entre eux, celui de la respiration. Pour ce qui est de la contraction du cœur il faut mettre ce phénomène à part, car un cœur, on le sait,

continue à battre sans le secours d'aucun système nerveux extérieur à ses propres tissus. Une pareille conception oppose, on le voit, la susceptibilité du système nerveux au poison narcotique, à la susceptibilité des ferments qui sont la base de la vie végétative .Est-elle rigoureusement exacte ? Est-il vrai qu'un anesthésique ne change en rien la vie intime d'une cellule, si celle-ci n'est pas du type nerveux ? Claude Bernard, qui a été le grand systématicien de l'anesthésie, fait à ce sujet des réserves. Il montre, en effet, qui si un anesthésique n'empêche pas une graine de respirer, elle l'empêche de croître. Or la croissance d'une graine n'est pas superposable, semble-t-il, à une activité nerveuse.

Une définition rigoureuse de l'anesthésie apparaît donc comme un peu illusoire, mais, ce qui reste vrai, c'est la forte emprise de l'anesthésique sur les centres psycho-moteurs et son influence presque inappréciable sur les processus extra-nerveux de la vie.

Une question qui a été souvent discutée est de savoir si un sujet endormi ne souffre réellement pas, et si son absence de réaction n'est pas due à l'impossibilité où il se trouve de manifester sa douleur. Un chien curarisé, par exemple, est inerte, mais, comme il est paralysé, il ne peut réagir à la douleur.

Il n'en est certainement pas de même du sujet anesthésié ; et nous devons le penser pour plusieurs raisons.

D'abord le sujet anesthésié ne se rappelle rien de ce qui se passe pendant l'opération, c'est-à-dire dans la phase où il pourrait souffrir. Or si les exci-

tations douloureuses étaient acompagnées de conscience, et c'est le seul cas où il est possible de parler de douleur, il se rappellerait. L'abolition de la conscience à un moment donné ne supprime aucunement le souvenir des sensations antécédentes. Si l'on commence à opérer avant que le malade ne soit endormi, le sujet sait très bien vous reprocher à son réveil qu'il a souffert.

Une autre raison, celle-ci d'ordre général, nous impose encore la conviction que le malade anesthésié ne souffre pas. C'est que de toutes les fonctions centrales, la plus fragile est la conscience. Alors même que le malade n'est pas encore endormi au sens chirurgical du mot, il n'est déjà plus conscient. Au début de la narcose beaucoup de sujets deviennent loquaces, émettent des phrases incohérentes, répètent certains mots, mais à leur réveil ils n'ont plus le souvenir ni de ces paroles, ni de ces mots, ils n'en étaient donc pas conscients.

L'étude de l'anesthésie nous a appris nombre de faits nouveaux très importants.

Tout d'abord elle nous a montré que toute dépression est précédée d'une excitation. Avant que l'activité psychique ne soit annihilée, elle est d'abord exagérée, témoin l'abondance des paroles, les cris du sujet au début de la narcose. Avant que l'activité de la moelle ne soit paralysée, elle est d'abord exagérée, témoin l'agitation et l'exagération première des réflexes.

Cette constatation a tellement frappé les observateurs qu'ils ont voulu y voir l'expression d'une loi générale qu'ils ont formulée ainsi : toute substance

qui commence par exciter finit par paralyser. Un exemple de cette loi d'autant plus frappant qu'il est inattendu est l'effet de la strychnine. Cette drogue est surtout réputée convulsivante et à forte dose elle tue par spasme de l'appareil respiratoire, par asphyxie. Mais, administrée à dose encore plus forte à des animaux qui supportent longuement l'asphyxie, comme la grenouille, elle paralyse nettement.

L'anesthésie nous a appris encore qu'il existe une hiérarchie des centres quant à leur susceptibilité vis-à-vis de la drogue anesthésique. Les centres paralysés en premier sont les centres psychiques ; viennent ensuite les centres cortico-moteurs; ensuite les centres médullaires et, en dernier lieu, les centres respiratoires.

Du point de vue finaliste, on peut se féliciter qu'il en soit ainsi, car, dans l'éventualité contraire, la poursuite de l'anesthésie eut bien été la chimère dont parlait Velpeau, puisque toute tentative d'anesthésie aurait débuté par supprimer la respiration avant de supprimer la conscience.

On s'est efforcé souvent d'étudier par quel mécanisme une drogue réalise l'anesthésie. Nous n'en avons encore aucun soupçon. Nous savons que la plupart des anesthésiques ont cette propriété commune d'être très solubles dans les corps gras, et comme les centres nerveux sont riches en graisses, on veut voir dans cette propriété physico-chimique une des raisons des qualités anesthésiantes de certaines drogues.

Le grand problème d'ordre pratique qui reste

toujours à l'étude depuis l'origine de l'anesthésie est celui de l'anesthésique idéal. On entend par là une drogue susceptible de donner un sommeil profond, sans danger et sans incidents consécutifs au réveil. Un pareil anesthésique n'est pas encore découvert. Les drogues les plus usuellement employées sont l'éther, le chloroforme, le protoxyde d'azote et l'éthylène.

L'éther et le chloroforme sont de beaucoup les plus utilisés. Ce sont des anesthésiques puissants. Ils donnent, sans exception aucune, un sommeil profond. On leur reproche de ne pas être exempts de danger, au cours de leur administration même, et notamment de donner des syncopes, c'est-à-dire des arrêts de la respiration. Chaque année, les chirurgiens enregistrent des cas de mort dus à l'anesthésique. Ces cas de mort ont donné lieu à des enquêtes et à des discussions sans nombre.

Nous avons vu que dans l'ordre où se rangent les susceptibilités des centres nerveux aux anesthésiques, les centres respiratoires viennent en dernier lieu, c'est-à-dire qu'ils sont les plus résistants. Mais il n'y a là qu'une question de degré. Lorsque la concentration de l'anesthésique dans l'organisme est excessive, les centres bulbaires sont à leur tour déprimés, la respiration se ralentit et s'arrête. On peut donc produire des syncopes respiratoires par excès d'anesthésique.

On peut en produire aussi par une administration trop brutale de la drogue. Les premières voies respiratoires, le nez, le larynx, sont très excitables par les anesthésiques. Si on les surprend par une inhalation brusque et massive de la drogue, ils transmettent leur excitation aux centres nerveux, et

cette excitation transmise arrête le fonctionnement des centres respiratoires. On produit une syncope par un mécanisme réflexe.

Mais il y a des accidents difficiles à prévoir et dont l'anesthésiste ne peut être rendu responsable : ce sont ceux qui se produisent quand le système nerveux est malade. L'effet de l'anesthésique qui se surajoute à la lésion nerveuse suffit alors à compromettre la fonction respiratoire. Une autre catégorie d'accidents sont les incidents du réveil, parmi lesquels les vomissements et les bronchites sont les plus fréquents. En raison de ces inconvénients on a essayé de substituer d'autres anesthésiques à l'éther et au chloroforme. Parmi ces succédanés, le plus employé est le protoxyde d'azote. L'éthylène est l'objet d'une étude qui est en cours et dont on ne peut tirer encore de conclusions définitives.

On emploie beaucoup le protoxyde d'azote pour les anesthésies qui ne dépassent pas une demi-minute, notamment pour les opérations dentaires. On emploie beaucoup moins le protoxyde d'azote pour les anesthésies prolongées. Son mode d'administration diffère sensiblement dans les deux cas.

Ce qui domine l'emploi du protoxyde, c'est que ce gaz est un anesthésique faible et dont on ne peut obtenir d'effet qu'en le donnant aussi pur que possible ; c'est, d'autre part, qu'il est impropre à entretenir la respiration.

Les dentistes, qui n'ont besoin que d'une courte anesthésie, le donnent pur. Ils provoquent donc nécessairement de l'asphyxie, mais celle-ci est sans inconvénient, parce que, administré à l'état pur, le protoxyde donne tout de suite de l'inconscience.

Pour des opérations prolongées, l'administration

du protoxyde pur est une impossibilité, car l'homme meurt après trois ou quatre minutes d'asphyxie. Pour obtenir du protoxyde une anesthésie prolongée, on recourt alors à un artifice. On le mélange à une quantité d'oxygène très faible, on asphyxie le sujet à demi. Cette pratique paraît très audacieuse, l'expérience montre qu'elle est sans danger. Grâce à la petite quantité d'oxygène qu'on donne en même temps que le protoxyde, la respiration est suffisamment entretenue pour que le sujet ne coure pas de risques. Tout d'abord le sujet ne s'endort pas, mais progressivement il s'insensibilise et, en général, au bout d'un quart d'heure, il dort. Une pareille anesthésie mérite-t-elle vraiment de s'appeler une anesthésie par le protoxyde d'azote ? Certainement non. Il est avéré que la demi-asphyxie déprime par elle-même les fonctions nerveuses et que la puissance anesthésiante du protoxyde fait le reste. L'usage du protoxyde apparaît, d'après ces indications, comme assez délicat. C'est pourquoi il ne tend guère à se répandre. Mais ses avantages sont tels que ceux qui en font usage lui restent, en général, fidèles. Les avantages sont de ne pas offrir de danger. Le protoxyde d'azote, contrairement à l'éther et au chloroforme, s'élimine très vite, de sorte qu'après l'anesthésie il n'y a pas d'accidents, ou du moins ceux-ci sont-ils très rares. Par ailleurs, au cours même de l'anesthésie, les alertes sont exceptionnelles.

L'éthylène a les mêmes qualités que le protoxyde, mais son action anesthésique est plus puissante. Pour cette raison on avait fondé sur lui de grands espoirs. Il ne semble cependant pas encore destiné à être l'anesthésique de l'avenir. Son action anes-

thésique n'a pas encore tout à fait la puissance voulue, et puis il forme avec l'oxygène des mélanges qui détonnent violemment à la flamme.

Etant donné qu'aucun anesthésique pur ne donne des effets parfaits, on a songé à combiner plusieurs drogues. Si l'on injecte préalablement de la morphine à un sujet, il dort ensuite avec des doses moindres d'éther ou de chloroforme, et mieux également avec le protoxyde. On réalise ainsi une anesthésie mixte, mais cette combinaison, elle non plus, n'a pas encore donné toute satisfaction.

Telle qu'elle est, l'anesthésie actuelle est à coup sûr excellente ; pratiquement elle ne donne qu'une mortalité infime, d'ailleurs difficile à préciser ; mais on voit les raisons qui font chercher encore des drogues supérieures à celles dont nous usons aujourd'hui.

L'œuvre de Pasteur

Cette œuvre résume tout un chapitre important de la biologie moderne, celui du rôle des microorganismes dans la vie des êtres supérieurs.

Tout le monde connaît l'origine des travaux de Pasteur, qui ne faisaient guère prévoir leurs développements ultérieurs.

Pasteur était un élève de l'Ecole normale, de la section Sciences ; il ne fit jamais d'études biologiques et encore moins d'études médicales. Tout ce qu'il connut de ces disciplines, il l'apprit par lui-même, et il faut bien reconnaître que ses connaissances dans ce domaine ne furent jamais que rudi-

mentaires. Aussi la révolution qu'il apporta en médecine scandalisa-t-elle tout d'abord la plupart des médecins de l'époque. Ses premiers travaux furent accueillis avec scepticisme ; on ne s'inclina que devant l'évidence des faits ; le triomphe définitif ne fut acquis qu'au prix de luttes violentes.

Pasteur se destinait à une carrière universitaire. Il avait choisi pour premier sujet de travail l'étude des acides tartriques. On savait qu'il en est un qui dévie la lumière polarisée à droite, qu'un autre la dévie à gauche et qu'un troisième est optiquement inactif. Tous trois avaient cependant la même constitution chimique. Il y avait là une énigme pour la science du temps. On ne comprenait pas qu'une constitution chimique identique pût comporter des propriétés différentes.

Pasteur aborde le problème et fait une première découverte qui enthousiasme immédiatement les physiciens et les chimistes, et notamment son maître, Biot. Il examine les cristaux d'acide tartrique à la loupe et constate qu'ils présentent des formes cristallines variées. En divisant un lot d'acide tartrique d'après les systèmes de cristallisation, il obtient deux acides tartriques qui dévient en sens opposé la lumière polarisée. La propriété optique des acides se rattachait donc à un système de cristallisation.

Mais la nature nous présente les divers acides tartriques en proportions très variées, selon la source où on les recueille. Or Pasteur fait cette remarque : « Si je mets un des sels de l'acide racémique (mélange des deux acides tartriques, droit et gauche) dans les conditions ordinaires de la fermentation, l'acide tartrique droit seul fermente,

l'autre reste dans la liqueur. Je dirai même, en passant, que c'est le meilleur moyen de préparer l'acide tartrique gauche. Pourquoi l'acide tartrique droit entre-t-il seul en putréfaction ? Parce que les ferments de cette fermentation se nourrissent plus facilement des molécules droites que des molécules gauches. »

C'est cette constatation qui devait décider de l'orientation de tous les travaux ultérieurs de Pasteur. Elle lui révélait le rôle des microorganismes dans les mutations de la matière.

Lorsque, plus tard, à cause de la notoriété qu'il s'était acquise par ses études sur l'acide tartrique, Pasteur est appelé à Orléans pour élucider les causes des maladies des vinaigres, il aborde le problème, entièrement neuf pour lui, par l'examen des germes du vinaigre et découvre que les maladies du vinaigre sont dues au pullulement des mauvais germes.

Lorsque, ensuite, ces travaux, qui attirent de plus en plus l'attention, amènent Pasteur à étudier la maladie qui décime les vers à soie, c'est encore par le microscope qu'il aborde le problème. Il découvre dans les vers malades un germe (un protozoaire) et donne aux sériciculteurs un moyen simple de sélectionner leurs graines.

Une question de chimie pure avait donc orienté Pasteur vers l'étude du rôle des infiniment petits. Du premier coup, l'intervention des infiniment petits lui avait donné l'explication de trois grands faits : la destruction fermentaire de l'acide tartrique droit, la maladie des vinaigres et la maladie des vers à soie. Il était tout naturel, dès lors, qu'étant orienté dans cette voie, il cherchât à faire rendre

à sa conception du rôle des microorganismes en biologie tout ce qu'elle pouvait rendre.

Depuis quelques années on savait que le sang des animaux morts du charbon était envahi de petits bâtonnets visibles seulement au microscope. Pour les savants qui avaient fait cette constatation, ces bâtonnets n'étaient qu'une pullulation de germes sans signification précise ; ils accompagnaient la maladie. A Pasteur, ils apparaissent de suite comme la cause même de la maladie, et pour le prouver, Pasteur montre la possibilité de transmettre le charbon en inoculant aux animaux ces bâtonnets qu'il cultiva en dehors de l'organisme.

Avec le charbon, Pasteur abordait pour la première fois une maladie infectieuse chez les animaux d'une espèce élevée. Il s'agissait de montrer la généralité de la théorie des germes en l'appliquant à d'autres maladies. C'est pourquoi Pasteur étudie ensuite le choléra des poules. Tout d'abord, les faits observés sont la répétition de ceux constatés pour le charbon, lorsqu'un hasard d'expérience le met en présence d'un fait nouveau. Lorsqu'on inocule le parasite du choléra provenant de culture récente à des poules, ces animaux contractent immanquablement le choléra. Or, par inadvertance, au lieu d'injecter à des poules des cultures fraîches, on leur inocule une fois des cultures vieilles de plusieurs jours ; les animaux ainsi inoculés ne deviennent pas malades. Pasteur en conclut que la culture vieillie a perdu sa virulence. Mais pour ne pas sacrifier inutilement des animaux, il fait inoculer à nouveau, avec des cultures fraîches, les poules

qui avaient été réfractaires aux cultures anciennes. Il s'attendait à ce qu'avec des cultures fraîches, les animaux seraient malades. Or il n'en fut rien, les poules résistaient aux cultures fraîches. Pasteur vit aussitôt le parti à tirer de l'expérience. Celle-ci lui démontrait qu'une poule inoculée avec des cultures anciennes devenait réfractaire à des cultures fraîches. Il en conclut que l'on peut immuniser les poules contre le choléra en leur injectant des microbes de vieilles cultures.

Deux notions nouvelles s'introduisaient ainsi en biologie :

1° la variabilité de virulence des germes ;

2° la possibilité de vacciner avec des germes avirulents.

D'un hasard d'expérience, Pasteur avait tiré le principe même de la vaccination.

Une occasion unique s'offrait à lui de la mettre en pratique sur une grande échelle. Une épidémie de charbon dévastait les troupeaux de la Beauce. Il s'offrit à vacciner certains troupeaux contre le charbon et à prouver que ces troupeaux seraient à l'abri du charbon. L'expérience réussit pleinement et eut un retentissement immense.

Pasteur, qui aimait à accumuler les démonstrations, voulut alors compléter la pratique des vaccinations en l'appliquant à la rage.

Il échoua d'abord. Il espérait cultiver le parasite de la rage comme il avait cultivé le parasite du choléra et du charbon. Mais la culture du parasite ayant échoué, la continuation des recherches devenait impossible. C'est alors qu'un hasard d'expérience vint à nouveau au secours de Pasteur. Un

dimanche, au moment de donner des ordres pour le rangement de son laboratoire, Pasteur voit sur la table plusieurs moelles de lapins rabiques. Il y en avait de fraîches et d'anciennes. Le garçon allait les jeter, quand Pasteur l'arrête. Jusqu'ici il avait échoué dans la culture du parasite de la rage. Or, cette culture n'avait pour objet que d'avoir des germes vieillis pour vacciner contre des germes neufs. Pasteur renonce brusquement à cultiver le germe hors de l'organisme, et pense que, du moment que les germes prolifèrent dans le système nerveux, ils doivent y vieillir et y perdre leur virulence, tout aussi bien que dans des flacons à expériences. Il considère les vieilles moelles rabiques comme des cultures vieillies de rage, il en inocule des lapins, et découvre que ces lapins résistent à des moelles rabiques fraîches. Pasteur venait de découvrir une seconde vaccination dont le principe restait sans doute toujours le même, mais dont la mise en œuvre était singulièrement différente, puisque l'atténuation du germe était obtenue dans les tissus morts de l'animal. On sait avec quel succès cette seconde découverte fut ensuite appliquée à l'homme. Elle est restée, de nos jours, le traitement préventif de la rage sans modification aucune.

Le reste de l'œuvre de Pasteur n'est que le développement de ces deux idées fondamentales : rôle des germes dans les maladies infectieuses et possibilité de vacciner contre ces maladies par l'inoculation de germes atténués.

Quelles que soient les conséquences pratiques que l'on considère dans cette œuvre, elles sont immenses.

Examinons d'abord celle qui découle du rôle même des germes dans la genèse des maladies.

Mise à profit par les accoucheurs, elle supprime, ou à peu près, la mortalité chez les nouvelles accouchées. Avant Pasteur, l'infection puerpérale était la cause la plus fréquente des décès chez les femmes qui venaient d'être délivrées. Pasteur montre que la maladie est due à un microbe en chaînette, le streptocoque, et que ce germe est introduit dans l'utérus par des pansements souillés, ou par les mains de l'accoucheur. Pour éviter la contagion, il suffira donc de faire bouillir les objets de pansement pour tuer les germes et le médecin lui-même n'aura qu'à se désinfecter soigneusement les mains par la brosse, le savon et des antiseptiques.

Mise à profit par la chirurgie générale, la conception de Pasteur devait se montrer non moins féconde. Il semble que ce fut Lister qui, au su des premiers travaux de Pasteur sur la génération spontanée, appliqua sans plus attendre les conceptions de Pasteur à la prévention des infections secondaires dans les opérations.

Dès la première heure, Lister fut convaincu que l'infection des plaies était due à la contamination par des germes, et qu'on pourrait par conséquent éviter l'infection en évitant d'introduire des germes dans la plaie et en les tuant sur place, partout où l'on pourrait suspecter leur présence. A cette fin, Lister recommande au chirurgien une propreté extrême, la plus grande attention dans le lavage des mains, le nettoyage de la peau des malades à la brosse, au savon et à l'alcool. Il recommande encore d'opérer sous un vent de solution d'acide phénique pour écarter les germes de l'air. Enfin, il préconise

les applications de solutions phéniquées, en tant que destructrices de germes, sur la plaie opératoire et il use de pansements phéniqués.

Avec ces quelques précautions, la mortalité opératoire du service hospitalier de Lister change immédiatement. Une chirurgie nouvelle venait d'être créée, et, pour que le lecteur apprécie pleinement l'importance de la révolution qui commence alors, nous ne saurions mieux faire que de lui mettre sous les yeux quelques extraits du livre du professeur Lecène sur *l'Evolution de la chirurgie* :

« Le 8 novembre 1869, Lister prononça à l'Université de Glasgow son discours d'ouverture où il revint à nouveau sur le principe essentiel de la chirurgie antiseptique. En janvier 1870, il publia une importante statistique de ses amputations faites à Glascow : avant l'application de la méthode antiseptique la mortalité avait été de 16 pour 35, soit presque 50 %, chiffre qui peut nous paraître actuellement formidable, mais qui était pour l'époque une très honnête moyenne ; depuis l'application de la méthode, la mortalité dans ces cas est tombée à 6 sur 40, soit environ à 15 % ; du reste sur ces six morts, il n'y avait eu qu'une seule fois de l'infection purulente, tous les autres malades avaient succombé à la gravité de leur affection, très rapidement après l'opération. En 1870 également, il montra par de nouveaux exemples de fractures articulaires ouvertes (fracture du cou du pied ouverte avec luxation du pied ; fracture de l'olécrane ouverte), combien la méthode antiseptique appliquée à ces cas pouvait en rendre les suites simples. En janvier 1871, nous trouvons, pour la première fois, mention du « spray » ou pulvérisation phéni-

quée ; avec le pulvérisateur de Richardson on envoyait un nuage de vapeur d'eau phéniquée pendant toute l'opération sur la région où l'on opérait. La peau du malade et tous les instruments étaient soigneusement désinfectés avec de l'acide phéniqué porté à 5 %. Enfin, à la réunion de l'Association britannique en août 1871, Lister fit un discours sur la chirurgie où il donne une description complète de la méthode antiseptique telle qu'il la pratiquait et qui restera, sauf légères modifications ultérieures, « la méthode listérienne » pure. Il rappelle au début les expériences fondamentales de Tyndall et celles de Pasteur qui sont la base de sa méthode technique. »

L'évidence décisive des résultats obtenus par la méthode antiseptique, la disparition, grâce à cette méthode, de l'érysipèle, de la pourriture d'hôpital, de la pyohémie, l'abaissement de la mortalité dans les amputations de 50 à 15 %, auraient dû entraîner les convictions.

« On sait qu'il n'en fut rien ; des objections ridicules et sans portée, des résistances inexplicables de la part d'hommes d'ailleurs fort remarquables, ou bien des caricatures d'imitation, voilà ce que va rencontrer devant elle la chirurgie antiseptique pendant les premières années... En France, un seul chirurgien comprendra tout de suite l'importance capitale de la découverte de Lister, et ce sera son éternel honneur, ce fut Just Lucas Championnière ; il alla à Glascow en 1869 ; il fut immédiatement convaincu ; il n'attendit plus que l'occasion d'essayer sa méthode. En 1874, lors d'un remplacement que Championnière fit à l'hôpital Lariboisière, dans un service cependant bien

infecté, ses succès furent si décisifs que dès lors la vérité était trop éclatante pour ne pas convaincre complètement au moins tous ceux qui n'avaient pas d'œillères.

« Pendant la guerre franco-allemande de 1870-1871, on ne fit aucun usage sérieux de la chirurgie antiseptique ; tous les blessés, sans exception, à qui l'on pratiqua des résections articulaires pour plaie par coup de feu, succombèrent dans une ambulance à Orléans. »

Ces quelques citations nous montrent les premières applications des idées de Pasteur, par Lister, à la chirurgie.

Une nouvelle application, qui n'est au demeurant qu'une variante de la précédente, fut l'introduction de l'asepsie. L'idée de Lister, et on la comprend très bien quand on sait l'importance qu'il a attachée aux travaux de Tyndall sur les poussières de l'air, c'est que, quelque précaution qu'on prenne, il s'introduit toujours des germes dans une plaie opératoire. Par conséquent, sous peine d'infection, il faut tuer ces germes. Or il n'y avait qu'un moyen, pensait Lister, de les tuer : c'était de les mettre en contact avec une substance microbicide ; d'où l'usage de solutions concentrées d'acide phénique.

L'idée de l'asepsie devait être différente : opérer avec des instruments stériles, par exemple bouillis, tuer les microbes cutanés par l'iode et l'alcool, ne pas introduire de microbes par les mains, d'où l'usage d'un nettoyage prolongé des mains au savon, au permanganate de potasse, à l'alcool, etc... Et ces mesures ayant été prises, opérer et panser la plaie

sans recourir à un antiseptique. Si l'air apporte quelques germes dans la plaie, ces germes, peu nombreux, seront détruits par les moyens de résistance naturelle de l'organisme. En évitant les antiseptiques, qui sont tous des irritants, on évite d'abord des complications techniques inutiles, puis les plaies n'en guérissent que mieux.

Telle devait être, en deux mots, l'asepsie qui est devenue la pratique actuelle et qui, naturellement, ne s'applique qu'aux opérations où la région à opérer n'est pas déjà infectée. Si elle est infectée, on recourt encore aux antiseptiques, mais avec une tendance marquée cependant à les délaisser de plus en plus en faveur du drainage, de manière à ne pas enfermer les germes dans le corps.

La guerre de 1914-1918 devait être une circonstance unique où les ressources de la chirurgie moderne pourraient être mises en valeur. Toute la chirurgie de guerre n'a fait que justifier les principes de la chirurgie aseptique, bien plutôt que ceux de la chirurgie antiseptique. Tout d'abord, on avait pensé qu'il en serait différemment, surtout quand il s'agirait de plaies par éclats d'obus, souillées par des débris de vêtements sales et par de la terre. On fit d'abord une chirurgie antiseptique : les résultats furent médiocres. Peu à peu, l'opération consista surtout à faire la toilette complète de la plaie, c'est-à-dire à passer en revue toutes les surfaces cruentées, à éliminer tous les corps étrangers et à réséquer tous les tissus où pouvaient être inclus des détritus de linge ou de la terre. On vit alors les plaies guérir sans suppuration, comme des plaies opératoires du temps de paix. L'erreur momentanée avait été de croire que du moment qu'une plaie

avait été souillée, les germes pénétraient si rapidement dans l'intimité des tissus qu'il était vain d'espérer avoir une plaie aseptique, quelque soin qu'on apportât à la nettoyer ; d'où l'usage immédiat qu'on avait fait de l'antisepsie.

Comme principes, la dernière guerre n'a donc rien introduit de nouveau en chirurgie, mais, dans l'application des principes connus, il faut reconnaître qu'elle a été singulièrement révélatrice.

Si désormais nous sommes maîtres d'éviter l'infection dans une opération, on comprend que toute une série d'opérations, autrefois redoutées à cause de leurs complications infectieuses, soient devenues possibles et qu'on ait même pratiqué des opérations auxquelles on n'eût jamais songé autrefois. C'est pourquoi, non seulement les articulations, mais encore l'intestin, l'estomac, le rein, le poumon et, on peut bien le dire, le corps tout entier, sont passés au domaine de la chirurgie. Ce qui limite son essor, ce n'est plus l'infection, ce sont des difficultés d'ordre biologique, et c'est dans une orientation toute nouvelle qui date à peine de quelques années que s'engage actuellement la chirurgie.

Après avoir eu surtout pour objet de couper, c'est-à-dire d'enlever la partie malade, ou quelquefois de souder, comme d'anastomoser l'intestin et l'estomac et de réunir les deux troncs d'une artère malencontreusement divisée, la chirurgie actuelle vise à greffer ; elle essaie par là de mordre sur le terrain médical.

Un sujet est porteur d'une néphrite, pour laquelle le médecin a épuisé les ressources de son art ; les reins s'altèrent progressivement et le malade va suc-

comber. Il est légitime de penser qu'en enlevant les reins malades, et en substituant de normaux, on pourrait assurer la survie du sujet. On a tenté déjà avec succès des opérations semblables sur l'animal, mais le sort à longue échéance des animaux opérés n'a pu encore être précisé. On a constaté d'ailleurs que pareilles opérations ne réussissaient que si l'on remplaçait le rein d'un animal par le rein d'un animal de même espèce. La greffe rénale chez l'homme exigerait donc qu'on empruntât à un autre homme le rein qu'on veut greffer au malade.

Cette chirurgie réparatrice n'en est qu'à ses débuts ; nous ne voulons que l'indiquer ici.

Si l'application des idées de Pasteur à la chirurgie a permis de tels progrès à cet art, le bénéfice n'en a pas été moindre dans l'hygiène et la prophylaxie des maladies. Deux indications en signaleront de suite l'importance : ce sont les quarantaines par lesquelles on défend tout un pays contre l'invasion des grandes épidémies, comme celles du choléra et de la peste ; c'est la désinfection des eaux ménagères par laquelle on met à l'abri des populations entières contre de véritables fléaux comme la fièvre typhoïde.

Ainsi comprend-on pourquoi le nom de Pasteur évoque celui d'un bienfaiteur de l'humanité, et pourquoi il reste vénéré parmi tous les autres dans le grand public comme dans le monde des médecins.

Les travaux de Pasteur ont créé tout un mouvement scientifique qui se poursuit aujourd'hui. On a étendu le nombre des applications pratiques et

l'on analyse avec plus de précision les faits découverts par Pasteur.

Nous laisserons de côté l'extension des applications pratiques ; nous ne nous occuperons que des faits nouveaux mis en lumière.

Lorsqu'un animal a été vacciné par un virus atténué, il devient réfractaire, pour un laps de temps variable, au virus actif de la même espèce. De même, si un homme a contracté incidemment certaines maladies infectieuses, il est immunisé temporairement contre cette maladie (par exemple la fièvre typhoïde).

A quoi est due cette immunité ? Elle semble réalisée par deux mécanismes distincts : par le développement de contre-poisons des poisons microbiens et par une aptitude exagérée de certains éléments du sang appelés globules blancs à détruire les microbes nocifs.

Les microbes agissent par leurs toxines, c'est-à-dire par des poisons qu'ils sécrètent. Si l'on filtre sur des bougies de porcelaine des cultures de bacille tétanique, les corps microbiens sont retenus, mais les toxines passent. Ces toxines, injectées à un animal, produisent un tétanos typique. Si l'on immunise des chevaux contre le tétanos, et qu'on prélève de leur sang, le sérum de ce sang contient un contre-poison de la toxine tétanique. Un mélange de sérum et de toxine ne donne plus de tétanos. Un animal injecté avec le sérum et inoculé ensuite avec le bacille tétanique n'est plus malade.

De ces constatations est née toute une thérapeutique des maladies infectives, dénommée sérothérapie et dont la première application fut faite, pour la diphtérie, par Behring et Roux.

L'organisme dispose d'un second moyen pour lutter contre l'infection : c'est la destruction des microbes au moyen des globules blancs. Dans certains cas, dès que des microbes ont pénétré dans le corps, ils sont incorporés par des globules. Ils sont tout d'abord retirés de la circulation ; ensuite ils sont digérés par les globules blancs et ainsi anéantis. Un tel moyen de défense est constamment mis en œuvre par l'organisme. Il semble le premier à entrer en jeu dans tous les cas où l'organisme se défend. Il n'exclut pas, on le comprend, le second procédé de défense décrit plus haut, à savoir, la production de contre-poisons de toxines.

La défense de l'organisme contre les infections par les globules blancs est un cas particulier d'un processus très général de défense de l'organisme contre l'envahissement de tout corps étranger. Ce processus est appelé la phagocytose. Il a été découvert et mis en lumière il y a une trentaine d'années par Metchnikoff.

L'anaphylaxie

L'anaphylaxie est une notion toute moderne : elle a été créée par P. Portier et Ch. Richet, en 1902. Les faits qui sont à sa base avaient été entrevus antérieurement, ainsi qu'il arrive pour maintes questions importantes, mais leur signification et leur importance ont réellement été découvertes par les auteurs précités.

Pour la genèse et l'exposé du principe de cette découverte, nous ne saurions mieux faire que de

citer le premier ouvrage de Ch. Richet sur *l'Anaphylaxie,* lequel date de 1912.

« L'anaphylaxie signifie le contraire de la protection (phylaxie). C'est le mot que j'ai créé en 1902 pour désigner la curieuse propriété que possèdent certains poisons d'augmenter au lieu de diminuer la sensibilité de l'organisme à leur action[1].

« Le premier mémoire où une description méthodique du phénomène essentiel ait été donnée date du 15 février 1902.

« Ce travail établissait ceci, qui est la base même de l'anaphylaxie : qu'une substance insuffisante à tuer ou même à rendre malade un animal normal, détermine des accidents foudroyants et mortels chez un animal qui, longtemps auparavant, avait reçu cette même substance.

« On me permettra ici d'indiquer brièvement par quelles séries d'expériences et d'inductions nous sommes arrivés à découvrir ce phénomène. Dans le cours d'une croisière faite sur le yacht du prince Albert de Monaco, le prince et G. Richard conseillèrent à Portier et à moi d'étudier les propriétés toxiques des physalies qu'on rencontre dans les mers australes. Alors, sur le yacht même du prince, nous fîmes quelques expériences qui prouvèrent que l'extrait aqueux ou glycériné des filaments de la physalie

1. A l'époque, cette propriété a paru curieuse et voici pourquoi. On croyait que tout poison ou tout élément morbide introduit dans l'organisme le rendait moins sensible à l'action ultérieure du même poison ou du même élément morbide. Par exemple l'ingestion continue d'arsenic prémunit contre les accidents d'une ingestion massive d'arsenic : c'est la mithriditisation bien connue. L'injection de microbes dans certaines conditions prémunit contre l'inoculation massive de ces mêmes microbes : c'est la prophylaxie vaccinale.

est extrêmement toxique pour les canards et les lapins. Revenu en France et ne pouvant me procurer des physalies, je pensai à étudier comparativement les tentacules des actinies qu'on peut se procurer en abondance (célentérés qui, à certains égards, se rapprochent des physalies). Grâce à l'obligeance de Y. Delage, je pus avoir une grande quantité d'actinies venant de Roscoff ; les tentacules, coupés au ras du corps, étaient mis dans la glycérine et nous pouvions avoir ainsi, à Paris, plusieurs litres d'un liquide extrêmement toxique, la glycérine ayant dissous les principes actifs des tentacules de l'actinie.

« En cherchant à déterminer la dose toxique de ce liquide, nous vîmes tout de suite qu'il faut attendre quelques jours pour conclure ; car beaucoup de chiens ne meurent que le quatrième et le cinquième jours, ou même plus tard. Nous gardâmes donc les chiens qui avaient été injectés avec une dose insuffisante, et par conséquent n'étaient pas morts, car nous voulions les faire servir à une seconde expérience après qu'ils seraient parfaitement rétablis.

« C'est alors que se présenta un fait imprévu. Les chiens guéris étaient d'une sensibilité extraordinaire et succombaient à des doses faibles en quelques minutes.

« Nous avons (dès notre premier travail) pu prouver que l'accumulation ne peut être invoquée comme cause, car au bout de trois à quatre jours il n'y a pas d'anaphylaxie ; il faut attendre trois semaines pour qu'elle apparaisse.

« Ces deux éléments : sensibilité plus grande à un poison par l'injection antérieure de ce même

poison, et période d'incubation nécessaire pour que cet état de sensibilité plus grande se produise, constituent les deux conditions essentielles et suffisantes de l'anaphylaxie. »

Commentons brièvement ce texte.

On voit l'origine de cette découverte. A deux reprises, c'est un pur hasard qui intervient. C'est d'abord la simple curiosité d'examiner la toxicité d'un produit ; c'est ensuite le souci, très naturel, de ne pas gaspiller inutilement des animaux et de faire resservir un animal qui avait survécu à une première expérience. En toute correction expérimentale, remarquons-le, il eût convenu dans cette recherche d'employer des animaux qui fussent neufs C'est cette incorrection technique qui a permis la découverte. C'est la répétition de ce qui s'est produit pour la découverte de la vaccination par Pasteur. Par un hasard de manipulation, Pasteur inocule des poules avec des cultures de choléra anciennes au lieu d'user de cultures fraîches. Première constatation imprévue : les poules ne contractent pas le choléra. Ensuite, pour économiser les poules, Pasteur fait resservir les poules inoculées sans succès, à des inoculations de microbes virulents. Deuxième constatation imprévue : les poules ne prennent pas davantage le choléra et Pasteur en déduit qu'elles sont immunisées.

Il est à peine besoin de dire que, si le hasard se mêle souvent aux découvertes, il faut encore savoir tirer parti des faits présentés par le hasard. Et nous en allons donner tout de suite la preuve en ce qui concerne l'anaphylaxie.

Dès 1839, Magendie signale que des lapins qui supportent bien une première injection d'albumine

supportent mal la seconde. En 1894, Flexner constate que des lapins ayant bien supporté une première injection de sérum de chien meurent après une seconde injection. Behring, en 1893, signale des effets analogues avec la toxine diphtérique, et le fait le frappe tellement qu'il le qualifie de réaction paradoxale, et nous pourrions multiplier les citations.

Tous les auteurs que nous venons de citer sont des savants éminents ; ils avaient vu, en somme, le même fait que Richet, mais, n'en ayant pas saisi la très grande importance, ils ne l'avaient ni caractérisé, ni analysé et pour tout dire pas retenu.

On voit encore ici ce qui constitue une priorité scientifique : ce n'est ni l'aperception, ni la publication d'un fait, c'est véritablement son appréciation et sa compréhension.

II

La constatation de Ch. Richet, quelle qu'en fût l'importance doctrinale, étonna d'abord le monde scientifique plus qu'elle ne lui révéla un domaine nouveau de la pathologie. Cependant Ch. Richet avait nettement insisté sur l'importance de sa découverte qui, à l'encontre des opinions régnantes, prouvait la possibilité pour l'organisme de devenir plus sensible à un poison. Mais le public, oubliant un peu le principe, ne retenait que les circonstances d'observation. Elles ne manquaient pas d'être singulières : on injectait à des chiens des extraits d'animaux marins ; c'était une aventure dont la pathologie humaine ne devait guère offrir d'analogue.

et peu à peu on constata que le fait signalé par Richet se produisait dans les circonstances les plus variées, et ensuite que les faits dits anaphylactiques jouaient en pathologie un rôle capital.

L'anaphylaxie s'est trouvée inaugurer ainsi assez rapidement tout un chapitre de la biologie et de la médecine. Montrons la progression des idées dans ces domaines.

Du phénomène de Richet, on rapprocha d'abord des phénomènes similaires, dont plusieurs n'étaient d'ailleurs que la reprise de constatations anciennes, oubliées ou négligées.

En 1903, Arthus signale que si chez des lapins on répète, à un certain intervalle de temps, des injections de blanc d'œuf, on produit localement de la gangrène. Ce fait fut d'abord considéré comme un phénomène à part, mais rapidement identifié avec de l'anaphylaxie locale.

La même année, Pirquet et Shick signalent des accidents généraux après injection de sérum animal à l'homme. Ces accidents, d'abord qualifiés de « maladie du sérum », sont considérés bientôt comme de l'anaphylaxie sérique.

Plus tard, la question se transporte sur le terrain même de la pathologie. On connaissait de tout temps la susceptibilité de certains sujets à certains aliments, susceptibilité qui se manifeste d'ordinaire par de grands placards rouges sur la peau, appelés urticaire. Mais tandis que les uns font de l'urticaire parce qu'ils ont mangé du homard, les autres en font après avoir mangé des écrevisses, des fraises, et la liste de ces aliments est très longue. L'urticaire alimentaire est devenu une réaction anaphylactique.

Il y a des malades qui font des accès d'asthme dès que vient le printemps. On a reconnu que c'est par l'effet du pollen de certaines fleurs sur leurs voies respiratoires. Ces accès d'asthme sont devenus des affections du type anaphylactique.

Il y a des malades qui urinent le pigment de leurs globules rouges dès qu'ils sont saisis brusquement par le froid ; c'est l'hémoglobinurie paroxystique. Cette affection a été mise dans le cadre des affections du type anaphylactique.

Il y a des sujets migraineux dont les accès surviennent pour des causes les plus diverses, parfois, par exemple, une heure après des repas quelconques ; ces migraines également sont considérées comme des manifestations anaphylactiques.

Mais une pareille extension de l'anaphylaxie décrite par Richet est-elle légitime ? Dans les faits primordiaux relatés par Richet, il y avait deux caractéristiques : 1° imprégnation de l'organisme par une substance spéciale, avec réaction ultérieure de l'organisme sous l'influence d'une nouvelle pénétration de la même substance ; 2° nécessité d'un intervalle de temps entre la première et la seconde pénétration de la substance spéciale.

Retrouvons-nous ces caractéristiques dans les anaphylaxies médicales ? On peut le soutenir pour les urticaires d'origine alimentaire, en ajoutant seulement qu'un sujet qui fait de l'urticaire alimentaire est un individu qui, par lui-même, est anormal. Beaucoup de gens mangent des fraises, et bien peu font de l'urticaire. Pourquoi presque tous les individus tolèrent-ils les fraises, tandis que quelques-uns ne tolèrent pas ? Y a-t-il dans les fraises un principe toxique détruit par le tube digestif de la

plupart des individus et non détruit par celui des autres individus ? Nous l'ignorons, mais, réserve faite de cette inconnue, on peut admettre que l'urticaire alimentaire satisfait aux caractéristiques pathogéniques de l'anaphylaxie.

On pourrait en dire autant des asthmes, de certaines migraines ; mais quand il s'agit de l'hémoglobinurie paroxystique, la situation change. Le froid n'est pas un toxique par lui-même ; le froid modifie seulement l'état physico-chimique de nos cellules. C'est donc cette modification des cellules qui, répétée à deux reprises, causerait l'hémoglobinurie, si l'on veut poursuivre dans l'hémoglobinurie la recherche des caractéristiques de l'anaphylaxie typique. Ici, le problème devient délicat, et le doute qui envahit ici notre esprit s'étend ensuite, malgré nous, aux affections anaphylactiques médicales précédemment acceptées comme cas d'anaphylaxie.

C'est pour ces raisons qu'en donnant de plus en plus d'extension à la notion d'anaphylaxie, on est devenu de moins en moins exigeant sur ses caractéristiques et qu'en définitive l'idée essentielle qui est demeurée dans la notion d'anaphylaxie, n'est plus la notion première à laquelle Richet attachait tant d'importance, à savoir, celle d'une sensibilisation, mais bien une idée toute autre, à savoir, celle d'une manifestation subite et transitoire, c'est l'idée de choc.

L'idée de choc est une idée antérieure à celle d'anaphylaxie. Le type des chocs anciennement connus est celui du choc peptonique. A un chien nous injectons de la peptone dans les veines :

aussitôt sa pression sanguine baisse, son sang devient incoagulable, parfois il meurt. Pour des doses de peptone qui ne sont pas excessives, l'incident ne durera pas plus d'une demi-heure.

Or ce choc peptonique, remarquons-le, se produit sur un animal neuf. Il n'y a nul besoin de le préparer par une injection première. Remarquons d'autre part que dans le choc anaphylactique décrit par Richet, les symptômes sont les mêmes que dans le choc peptonique. Les manifestations présentées par des chiens à la seconde injection d'extrait d'actinie sont également une chute de la pression sanguine, une incoagubilité du sang, des vomissements, etc., et de même que dans le choc peptonique, si la dose seconde du produit toxique n'est pas excessive, tous les accidents sont éphémères.

De l'ensemble de ces faits, il apparaîtrait donc que l'organisme est susceptible de présenter un accident très particulier par sa brusquerie et son caractère éphémère, dénommé choc, et que le choc anaphylactique n'en serait qu'un type particulier caractérisé par le déterminisme relaté par Richet.

Par ailleurs, comme le déterminisme de bien des chocs est souvent délicat à préciser, ainsi que nous l'avons vu en pathologie, on a pris de plus en plus l'habitude d'employer le terme de choc sans qualificatif. L'histoire de cette notion est donc très simple. Avant Richet, le choc peptonique était considéré comme un fait hors cadre ; l'urticaire alimentaire, les asthmes, les migraines alimentaires, comme des accidents inexplicables. Survient la découverte de Richet qui attire l'attention sur un déterminisme tout à fait remarquable de certains accidents subits. On étend la notion d'anaphylaxie de

Richet à ces accidents, mais comme, dans ce travail de généralisation, on sent qu'à un moment donné la notion étiologique se dérobe, on change progressivement de point de vue, et l'intérêt se déplace de la notion de causalité vers la notion de soudaineté, c'est-à-dire de l'idée d'anaphylaxie vers l'idée de choc. On a voulu, et ici nous devons mentionner les importants travaux de Widal, souligner d'une façon particulière le caractère des chocs qu'on gardait ainsi en vue, car si le mot de choc a l'avantage de ne rien préjuger des causes, il a l'inconvénient de donner lieu à des équivoques graves.

Un sujet tombe sur la tête et se fracture le crâne. Il perd connaissance, son pouls est faible, sa pression sanguine est très basse ; on dit de ce sujet qu'il est choqué.

Un sujet, à la suite d'une hémorragie, perd connaissance, sa pression sanguine est basse, sa respiration est lente ; on dit encore de ce sujet qu'il est choqué.

Y a-t-il lieu de confondre le choc des asthmatiques avec celui d'un blessé ? Certainement non, et pour deux raisons.

D'abord parce que l'évolution de ces chocs est différente. Les chocs asthmatiques sont transitoires, les chocs traumatiques ont une évolution essentiellement en rapport avec la gravité du trauma.

Il y a ensuite une différence étiologique. Le choc asthmatique est lié à une modification brusque de l'état chimico-physique des tissus, le choc traumatique est causé par la dépression fonctionnelle d'un système nerveux ou partiellement lésé mécaniquement ou insuffisamment irrigué. Les causes de ces chocs ne sont donc pas les mêmes et, de plus, si à

côté de certains symptômes communs comme la chute de la pression sanguine, nous étudions les autres symptômes, nous voyons des oppositions évidentes. Dans le choc toxique, le sang est incoagulable, les globules rouges ont abandonné le sang en grand nombre ; dans le choc traumatique, rien de semblable.

Si donc pour créer un vaste cadre d'accidents spéciaux, on abandonnait le terme d'anaphylaxie pour faire usage de celui de choc, encore convenait-il de qualifier le type de choc qu'on envisageait.

C'est pour cette raison que Widal proposa le terme de choc colloïdo-classique. Par là, il voulait simplement signifier que le choc était dû à une modification de l'état chimico-physique des albumines du corps. Pareille appellation excluait l'étiologie traumatique, et elle excluait aussi l'étiologie toxique banale comme l'intoxication chloroformique, morphinique, etc...

C'en est à ce point qu'en sont actuellement les choses. En médecine, c'est l'idée de choc qui prévaut aujourd'hui.

La médecine n'a pu cependant se dégager toutefois de la terminologie d'anaphylaxie et, pour en donner la raison, nous sommes obligés de passer à un second chapitre de l'anaphylaxie.

C'est l'antianaphylaxie. Ce terme aux yeux d'un lettré peut paraître barbare et d'une création superflue. Mais, nous allons le voir, il était nécessaire.

L'anaphylaxie avec sa grande extension médicale est l'inverse de la protection ; l'antianaphy-

laxie étant le contraire de l'anaphylaxie semblerait donc équivaloir à la phylaxie tout simplement.

En apparence assurément, mais non pas en réalité. La phylaxie, c'est la protection d'un individu quelconque. Mais l'antianaphylaxie, c'est la protection d'un sujet déjà en état d'anaphylaxie, c'est-à-dire porteur d'une susceptibilité morbide anormale.

L'antianaphylaxie, c'est donc l'ensemble des moyens propres à éviter à un sujet de faire un choc anaphylactique.

On conçoit que ce soit un chapitre de thérapeutique très important. Un sujet a reçu jadis une injection de sérum de cheval ; il a fait récemment une chute ; craignant le tétanos, le médecin se propose de lui faire une injection de sérum antitétanique. Il risque des accidents anaphylactiques qui sont de l'urticaire, de la fièvre, des arthrites. Peut-il les prévenir ? Mieux encore — et ici nous débordons sur le terrain un peu vague du choc médical. Un sujet souffre, après chaque repas, de migraines. Il est démontré que le repas est la cause du mal. Peut-on éviter le retour des migraines, tout en permettant au sujet de s'alimenter ?

L'expérience a montré que les ressources des médecins sont, à cet égard, nombreuses et efficaces. En apparence, l'antianaphylaxie va se présenter à nous comme la vaccination découverte par Pasteur.

Si à un sujet en état d'anaphylaxie sérique, nous injectons une trace minime de sérum, nous n'observerons rien d'appréciable chez lui, mais en fait son état sera profondément modifié ; quelques heures après, nous pourrons lui pratiquer une forte injection de sérum, il ne présentera pas d'accidents.

Nous aurons prévenu le grand choc en faisant éclater auparavant un petit choc imperceptible.

Faisons ingérer à un migraineux qui fait régulièrement un accès après chaque repas, une quantité minuscule des aliments qu'il va ingérer ; son grand repas sera désormais d'une innocuité absolue (Paguiz).

Le fait est, on le voit, d'un intérêt primordial. Mais sommes-nous ici encore sur le terrain de l'anaphylaxie ? Est-ce en incorporant à l'organisme une dose minime de la substance toxique que nous le mettons à l'abri des effets d'une dose importante de cette même substance ? C'est, en apparence, ce procédé que nous venons de mettre en œuvre pour obtenir de l'antianaphylaxie.

Mais essayons la contre-épreuve. Un sujet fait de l'asthme par inhalation de pollen de fleur ; injectons-lui dans les veines des peptones dont la nature chimique est sans rapport avec celui du pollen. Le choc peptonique va l'immuniser contre le choc asthmatique.

Résumons maintenant l'ensemble des faits.

L'anaphylaxie semble quelque chose de spécifique. Pour déchaîner un choc, l'injection seconde doit être de même nature que l'injection première.

L'antianaphylaxie n'est pas spécifique. On peut prémunir contre un grand choc quelconque en déclanchant préalablement un petit choc quelconque.

Les néphrites

L'historique de cette question peut être résumé brièvement. Les anciens ne connaissaient que la suppression de la sécrétion rénale, l'anurie, et jusqu'au XVIIIe siècle on n'en savait pas davantage. On découvre alors dans l'urine la présence anormale de l'albumine, avec la coïncidence fréquente d'œdèmes. Ensuite, en étudiant attentivement les symptômes des malades, on constate que certains albuminuriques présentent des troubles graves, comme de l'amaigrissement, de la gêne respiratoire, de la torpeur, etc., tandis que d'autres albuminuriques sont exempts de ces troubles. On crée alors le terme conventionnel d'urémie, pour caractériser le premier syndrome. Littéralement, urémie signifie urée dans le sang. Conventionnellement, on lui a fait signifier présence dans le sang des éléments divers de l'urine, en proportion excessive, cela va sans dire.

C'est sur ces notions qu'était basée notre connaissance des symptômes des néphrites jusqu'en 1903.

Des examens fonctionnels du rein y avaient ajouté, il est vrai, certaines constatations importantes, mais dont la signification était restée obscure.

Plusieurs auteurs, notamment Achard, Clerc, Castaigne, L. Bernard, avaient constaté que des colorants comme le bleu de méthylène, injectés sous la peau, s'éliminaient normalement chez les albuminuriques avec œdème, mais avec un grand retard, chez les urémiques.

On avait constaté également que le taux de l'urée du sang était normal chez les albuminuriques simples, et élevé chez les urémiques.

Ces constatations expérimentales, rapprochées des observations cliniques, avaient renforcé cette conception qu'il y avait des néphrites sans urémie et avec urémie.

Ce fut en 1903 que les travaux de Widal, Lemierre et Javal sortirent tous ces problèmes du vague où ils étaient restés jusqu'alors.

Pour la première fois Widal montrait que certaines néphrites avec albuminurie ne comportaient d'autre trouble de la sécrétion rénale que celui de certains sels, et notamment des chlorures, et qu'il y avait une dépendance marquée entre l'ingestion des chlorures d'une part, et l'œdème et l'albuminurie d'autre part.

Chez un sujet enflé et albuminurique, l'œdème disparaît et l'albuminurie se réduit si on lui supprime le sel alimentaire ; si on le soumet à nouveau au régime chloruré, l'œdème reparaît et l'albuminurie augmente. Ces constatations nous démontraient pour la première fois le rôle des chlorures dans la pathogénie des œdèmes et de l'albuminurie.

Par ailleurs, Widal constatait que certains néphrétiques, ne présentant aucun œdème, avaient cependant des taux d'urée élevés dans le sang. Chez de pareils malades, les variations de la ration alimentaire en chlorure étaient sans effet sur le poids, donc inaptes à créer des œdèmes. C'était chez ces malades qu'on observait le syndrôme clinique de l'urémie. Par ailleurs Widal voyait l'état du malade s'aggraver avec l'élévation du taux de l'urée sanguine, à tel point que les néphrétiques succombaient

en général lorsque l'urée du sang atteignait cinq grammes par litre. De cette constatation date l'habitude de doser l'urée du sang chez tout malade suspect de néphrite, et de considérer cet examen comme aussi important que la recherche de l'albumine urinaire, seule pratiquée jusqu'alors.

En somme, le progrès réalisé en 1903 peut se résumer de la manière suivante : découverte d'une dissociation complète entre l'élimination des chlorures et de l'urée ; le trouble de l'élimination des chlorures est la cause des œdèmes ; le trouble de l'élimination de l'urée est le témoin de l'intoxication urémique.

Il est à peine besoin d'insister sur les conséquences pratiques de ces découvertes. Elles inauguraient l'usage, maintenant si répandu, du régime déchloruré chez les albuminuriques, régime qui, par extension, fut appliqué avec succès par Vaquez au traitement de l'œdème des cardiaques.

D'autre part, elles nous apportèrent un élément de pronostic qui manquait totalement jusqu'alors pour l'urémie.

Le développement des travaux de Widal s'accomplit ultérieurement dans deux directions différentes. Tout d'abord sur le terrain même des néphrites. En reprenant l'étude des bilans chlorés chez les néphritiques, Ambard et Beaujard constatèrent que chez certains malades la rétention de sel ne s'accompagnait ni d'une augmentation de poids, ni d'une formation d'œdèmes. Pareille constatation constituait un fait nouveau et digne de remarque, et voici pour quelles raisons. Widal avait vu que tout œdème était causé par une rétention de chlo-

rure, mais il n'avait pas affirmé autre chose. Or, comme il arrive souvent en pareille occurence, on avait dépassé de beaucoup les conclusions de l'auteur, et on s'était dit que si tout œdème était causé par une rétention de chlore, inversement toute rétention de chlore devait causer de l'œdème. Le contrôle des faits montrait que cette conclusion était fausse. Bien plus, une étude attentive des malades ne devait pas tarder à montrer que ces rétentions de chlore sans œdème, ces « rétentions chlorées sèches », s'accompagnaient de symptômes très spéciaux, notamment de pâleur du visage, d'essoufflement, d'amaigrissement et parfois de convulsions.

Beaucoup d'auteurs émirent des doutes sur la réalité de ce nouveau type de néphrite, car on ne comprenait pas pourquoi dans certains cas la rétention de chlore causait de l'œdème et pourquoi dans d'autres cas elle n'en causait pas.

Ce ne fut que tout récemment, vers 1925, que L. Blum et ses collaborateurs ont permis de résoudre cette énigme. De leurs travaux, on a pu déduire que les rétentions chlorées, avec et sans œdèmes, présentent des caractéristiques chimiques différentes. Lorsqu'il y a de l'œdème, le chlore est retenu sous forme de chlorure de sodium en solution dans l'eau ; lorsqu'il n'y a pas d'œdème, le chlore est retenu sous forme d'acide chlorhydrique combiné aux albumines des tissus.

Les travaux de Widal suscitèrent encore un autre mouvement d'idées, mais en dehors du domaine des néphrites. Il fut déterminé par l'usage du régi-

me déchloruré inauguré par Widal pour les néphrites, mais appliqué à des non néphrétiques.

Ici nous retrouvons le même fait qui devait se reproduire pour l'insuline et tant d'autres découvertes. Avec le régime déchloruré, le médecin s'était brusquement trouvé en possession d'une thérapeutique nouvelle et très active. Instinctivement, il chercha à en tirer parti dans des affections variées.

Dans bien des tentatives, ses espoirs ont été déçus ; dans quelques-unes, il a obtenu, au contraire, des succès remarquables, notamment dans les affections gastriques, caractérisées par une hypersécrétion du suc gastrique ou, comme on le dit, encore, dans l'hyperchlorhydrie.

Essayons de schématiser cette affection très banale, très désagréable, très tenace, et souvent encore aujourd'hui très petitement traitée par les médecins.

C'est d'abord une affection dont on souffre. Parfois les malaises apparaissent à jeun. Ce sont des brûlures, des sensations d'aigreur, une impression de contracture dans l'épigastrique. Plus souvent les douleurs n'apparaissent qu'une à deux heures après les repas ; les malaises sont ceux que nous venons de décrire à jeun. Ils ont seulement ceci d'assez remarquable, c'est qu'ils disparaissent souvent à la fin de l'après-midi. Leur cause n'est pas définie avec certitude. Tout ce qu'il est permis de dire, c'est que l'un des éléments conditionnant la douleur est un excès de sécrétion gastrique.

Les palliatifs de cette affection sont trop connus pour que nous y insistions. Les plus usuels sont l'ingestion d'alcalins, les régimes dits légers, restreints en pain frais, exempts de mets lourds comme les

plats à sauce et les fritures. Les complications de l'affection sont graves. Citons seulement l'ulcère perforant de l'estomac et de l'intestin avec les hémorragies et les péritonites graves qu'elles occasionnent.

Pour combattre une pareille affection, le régime déchloruré prolongé s'est manifesté d'une efficacité hors pair. Après quelques semaines de régime, les malades ne souffrent plus et l'examen du chyme gastrique révèle que la sécrétion de l'estomac a diminué.

Il est permis de penser que, par ce traitement, on restreint également le pourcentage des complications de l'hyperchlorhydrie, notamment l'éclosion des ulcères. Il n'en faut pas davantage pour prouver toute l'importance du régime déchloruré dans l'hyperchlorhydrie.

Malgré ces résultats hors de conteste, cette thérapeutique est peu répandue ; hors de France, elle semble à peu près inconnue, en France même, elle n'a pas reçu la consécration officielle. Un tel état de fait pourra sembler suspect au lecteur et il se demandera, peut-être, si nos affirmations ne sont pas excessives ou mal fondées. Nous lui répondrons sans hésiter que nos convictions sont assises sur des observations nombreuses et certaines, relevées par de nombreux médecins ; mais nous ajouterons deux remarques qui éclaireront peut-être la situation de fait. La thérapeutique de l'hyperchlorhydrie par le régime déchloruré a été une « affaire mal lancée ». Ensuite, il y a des vérités qui, on ne sait trop pourquoi, éprouvent de la difficulté à se faire jour, et sans vouloir remonter aux luttes presque épiques soutenues par Pasteur pour faire

triompher ses idées, nous rappellerons un fait tout récent.

Lorsque Widal eut démontré, en 1903, l'existence de deux types de néphrites, l'un avec œdème et rétention chloruré, l'autre sans œdème avec rétention unique, on accepta d'enthousiasme le premier. Dans l'année même, on répétait dans tous les pays du monde la déchloruration chez tous les œdémateux. Mais la seconde néphrite ne reçut qu'un accueil qu'on peut qualifier de glacial. Ce ne fut que huit ans après les publications de Widal qu'on s'en occupa en France. Actuellement, le dosage de l'urée sanguine se pratique couramment dans ce pays et dans les pays latins où se fait sentir l'influence des idées françaises ; mais, en Angleterre, aux Etats-Unis, en Allemagne, le dosage de l'urée sanguine est encore très loin d'avoir reçu la consécration officielle. Pourquoi deux découvertes d'égale importance et du même auteur ont-elles eu une fortune aussi dissemblable ? Aujourd'hui encore, on ne se l'explique pas.

Le lecteur ne s'étonnera donc pas si l'effet de la déchloruration en matière d'hyperchlorhydrie trouve encore tant de sceptiques.

Le diabète

Le diabète est une affection connue depuis longtemps. Le diabète dit sucré ou le diabète tout court désignent la même maladie. Ce que le médecin en connaissait jusqu'à ces quarante dernières années n'excédait guère ce que le public lui-même en sa-

vait, à savoir qu'il y a du sucre dans les urines. Le mot de diabète, du grec διαβαινω, je passe à travers, ne signifiait, à un sous-entendu près, pas autre chose ; il voulait dire maladie où le sucre passe à travers le rein, par conséquent : glycosurie. Pareille contingence ne pouvait évidemment constituer la maladie, et Claude Bernard en eut bien l'intuition, lorsqu'en étudiant dans quelles conditions le sucre franchit le rein, il vit et démontra qu'il n'y a glycosurie que si le taux du sucre devient anormalement élevé dans le sang. Normalement, il y en a un par mille ; ce n'est qu'à partir de 2 pour mille en chiffre rond que le sucre passe du sang dans l'urine chez l'homme. Derrière la glycosurie, il y a donc, pour employer un terme technique, mais translucide, hyperglycémie (littéralement : excès de sucre sanguin).

Avec cette notion, sommes-nous arrivés à la cause de la maladie ? Nullement, et on le conçoit aisément. Le taux du sucre sanguin est très fixe chez le sujet normal ; s'il s'élève, c'est pour une raison particulière. Nous devons donc chercher pour quelle cause la glycémie s'élève chez un diabétique.

C'est à ce problème qu'on en était resté, sans le résoudre, il y a quarante ans. Mais comme le médecin aime à expliquer les choses qu'il ne connaît pas, excellente disposition d'esprit, car elle stimule la recherche, on expliquait l'hyperglycémie, selon un usage très fréquent en pareil cas, par deux théories contraires et une théorie de conciliation. On espérait ainsi encadrer le but, comment disent les artilleurs, oubliant une fois de plus que lorsqu'on mise au hasard sur deux hypothèses qui semblent envelopper toutes les explications possibles, la nature,

comme par un singulier hasard, met en œuvre un mécanisme tout à fait différent de ceux qu'on avait supposés.

C'est dans cet état d'esprit qu'on avait dit : l'hyperglycémie résulte de ce que l'organisme fabrique trop de sucre, tout en détruisant normalement, — et encore : l'hyperglycémie résulte de ce que l'organisme détruit insuffisamment de sucre, tout en en fabriquant comme d'habitude. Et entre ces hypothèses contradictoires, des esprits prudents avaient cru s'assurer contre les trop gros risques d'erreur, en créant une théorie mixte, dite de conciliation.

En 1889, von Mering et Minkowski devaient par une expérience décisive faire oublier subitement ces vaines hypothèses. Ils projetaient un de ces travaux destinés à rester sans gloire, mais non sans mérite, à savoir de reprendre avec un peu plus d'exactitude des travaux déjà anciens et souvent répétés concernant l'influence de l'ablation du pancréas sur la digestion intestinale. Cl. Bernard avait déjà étudié la question, et bien d'autres depuis lui. Mais, ne l'oublions pas, la chirurgie progressait à ce moment singulièrement vite, grâce à l'antisepsie et à l'asepsie. L'ablation du pancréas exige d'être faite aseptiquement si l'on veut que l'animal survive ; pour être complète, l'ablation du pancréas exige une dissection soignée, donc longue, donc fertile en causes d'infection. Les progrès de la chirurgie étaient donc indispensables à la réalisation correcte de l'ablation du pancréas.

Allen, qui relate l'expérience mémorable de von Mering, rapporte qu'elle fût restée cependant sans résultat, si le hasard ne se fût mêlé de l'affaire. Remarquons qu'après l'ablation du pancréas,

l'étude devait porter sur la variation des résidus intestinaux.

Or l'expérience fut faite en été. C'est la saison des mouches. Le garçon, chargé des animaux opérés, fut frappé du nombre inaccoutumé des insectes qui fréquentaient les cages. Naunin, le chef du service où se faisait le travail, aurait dit alors à ses élèves : « Prenez garde, là où il y a des mouches il y a du sucre, voyez les urines. » On vit les urines, le sucre y était, mais en quantité si considérable qu'on ne s'occupa plus d'examiner les matières fécales, car on venait de découvrir une glycosurie expérimentale jusque-là inconnue.

Le récit de cette histoire est-il véridique? les mouches ont-elles réellement révélé aux expérimentateurs un résultat nouveau et inattendu ? Les auteurs de la découverte ne les mentionnent pas. Ils relatent simplement qu'ils opérèrent correctement et qu'à leur grande surprise ils trouvèrent beaucoup de sucre dans les urines. Quoi qu'il en soit, une morale se dégage de la découverte. Nous avons vu des faits nouveaux et inattendus qui furent trouvés grâce à ce que l'on est bien en droit d'appeler des incorrections techniques, tels que la vaccination et corrections techniques, tels que la vaccination et l'anaphylaxie ; car, véritablement, faire servir deux fois de suite le même animal à une expérience est inadmissible si l'on veut ensuite tirer du résultat ainsi observé un renseignement analogue à celui tiré d'un animal neuf.

Pour le diabète, ce fut au contraire la parfaite correction expérimentale qui conduisit à la découverte.

La conclusion, c'est que dans le travail scientifique tout procédé peut être fécond. Certes, on est tou-

jours, en définitive, contraint d'en arriver à la correction technique ; mais pour commencer le travail, ce n'est pas nécessaire ; l'essentiel, c'est d'observer finement, de savoir observer, qualité indéfinissable, bien que chacun l'entende parfaitement.

En 1889, von Mering et Minkowski avaient donc découvert que l'ablation du pancréas provoque une glycosurie intense. Ils ne manquèrent pas de constater à cette occasion que les glycosuries étaient accompagnées de tout le cortège symptomatique propre au diabète grave : forte hyperglycémie, acétonurie, cachexie et mort.

En fait, les auteurs avaient produit pour la première fois un véritable diabète expérimental.

On ne devait pas manquer, on le conçoit, de rechercher pourquoi le déficit du pancréas causait le diabète. L'étude histologique du pancréas mit rapidement sur la bonne voie. Le pancréas est composé de deux glandes imbriquées : l'une, dont les produits se déversent dans l'intestin et participent à la digestion intestinale ; l'autre, sans rapport avec l'intestin, ne pouvant par conséquent déverser ses produits que dans le sang, appelée pour cette raison glande à sécrétion interne. Cette dernière glande est constituée par des sortes d'îlots, bien décrits pour la première fois par Langerhans.

Laquelle de ces glandes fallait-il mettre en cause ?

La suppression du flux pancréatique dans l'intestin ne cause pas le diabète. On le prouve par la ligature des canaux du pancréas ; c'était donc la glande à sécrétion interne qui était en cause. C'est l'opinion qui fut défendue en premier par Laguesse, puis

confirmée expérimentalement par Hédon. Après ces travaux, qui datent de 1890-1900, la question du diabète entre dans un nouveau sommeil.

La conclusion que les médecins en avaient tiré de leur côté était qu'il devait y avoir chez l'homme un diabète pancréatique ; mais ils pensaient qu'il devait y avoir encore un diabète d'une autre origine. Pourquoi ne pas tout mettre sur le compte du pancréas ? C'était parce que, en réalité, l'examen du pancréas de la plupart des diabétiques ne montrait aux autopsies aucune lésion du pancréas. On voulait donc être prudent, tout en étant progressiste. L'expérimentation incitait à penser à des responsabilités pancréatiques, mais les autopsies n'établissaient que très rarement le bien-fondé de ces responsabilités. Faute de preuves définitives et péremptoires, le médecin resta donc opportuniste, c'est-à-dire dualiste.

En 1920, une nouvelle découverte devait encore une fois brusquement changer l'orientation des idées.

Certes, avant cette époque, bien des auteurs avaient espéré tirer parti de la nouvelle conception du rôle de la sécrétion interne du pancréas. Ils avaient essayé de préparer des extraits d'îlots pancréatiques et, grâce à ces extraits, de remédier au diabète. Ces essais furent nombreux, certains même brevetés, mais tous se révélèrent sans portée pratique.

Il devait être réservé à de jeunes auteurs canadiens, Best et Banting, travaillant sous les auspices de Mac Léod, de trouver la chose tant cherchée par d'autres, c'est-à-dire un produit actif extrait du pancréas. Ce produit, connu de tous aujourd'hui

sous le nom d'insuline et dont la découverte était, on le voit, attendue et prévue, avait déjà reçu par anticipation le nom d'insuline (de *insula* — ilôts) de la part d'un physiologiste belge, de Meyer.

Quel fut l'apport scientifique nouveau de Best et Banting, il serait très compliqué de le dire. Tout ce que nous pouvons avancer, c'est qu'ils réussirent là où d'autres échouèrent et qu'ils apportèrent une technique de préparation d'un caractère sûr et pratique là où leurs devanciers n'apportaient que des tâtonnements incertains. La technique de la préparation de l'insuline est réellement délicate et compliquée, lorsqu'elle vise à obtenir un produit pur et actif, c'est-à-dire utilisable chez l'homme ; or Best et Banting ont véritablement établi les bases de cette technique. Mais les faits que ces auteurs découvrirent immédiatement en utilisant leur produit nouveau sont également dignes de mention, car ils éclairaient des problèmes restés jusqu'alors mystérieux.

Laissant de côté provisoirement ceux qui concernent la diabète même, nous ne parlerons d'abord que des faits physiologiques.

Best et Banting montrèrent que si le déficit d'insuline provoquait l'hyperglycémie, l'excès d'insuline dans le corps provoque l'hypoglycémie. Voici le premier fait, d'intérêt doctrinal très grand, d'intérêt pratique non moins considérable. Un procédé spécial de détection de l'insuline était par là même mis à la portée de tout expérimentateur. Pour savoir si une substance contenait de l'insuline, il suffisait de l'injecter à un lapin, puis de doser le sucre du sang de l'animal. Constate-t-on de l'hypoglycémie ? c'est qu'on a injecté de l'insuline.

Un second fait découvert par Best et Banting fut celui-ci : un animal dont on a fait fortement baisser la glycémie à cause de l'insuline entre dans le coma, fait des convulsions et meurt. Il succombe parce que l'insuline ayant fait disparaître le sucre des tissus, l'animal ne peut plus brûler ce corps indispensable à la vie. La preuve en est que si, à l'animal hypoglycémique et mourant, on injecte du sucre, l'animal ressuscite et survit.

Ce qu'on serait tenté de n'appeler tout d'abord qu'une réussite de préparation de la part de Best et Banting devait donc immédiatement contribuer aux progrès de la biologie même.

Ses conséquences, au point de vue médical, le public les connaît, mais nous devons cependant les préciser.

En premier lieu, les diabétiques connurent enfin un remède efficace, susceptible de lever les accidents les plus graves, voire le coma. L'insuline a déjà prolongé de nombreuses existences. Nous ne nous étendrons pas sur ce point ; mais nous ferons remarquer surtout que l'insuline remédie à tous les diabètes sans aucune exception. Que devenait dès lors cette classification d'attente des diabètes en pancréatiques et non pancréatiques ? Elle fut purement et simplement oubliée et même pas discutée avant son abandon.

Du moment que l'insuline remédiait à tous les diabètes, on déclara que tous les diabètes étaient des déficits insuliniques. La *vis medicatrix* du médicament fit oublier le silence que l'anatomie pathologique gardait obstinément sur les lésions

hypothétiques des îlots du pancréas. On affirma simplement que dans tous les cas les îlots étaient malades, mais qu'à l'autopsie notre œil, même aidé du microscope, était incapable de reconnaître les lésions.

Une pareille conviction est-elle légitime ? la preuve de l'origine pancréatique de tous les diabètes est-elle donnée par la cure de tous les diabètes au moyen de l'insuline ? C'est là une supposition très discutable et qui ne sera fermement établie que du jour où le déficit de l'insuline aura été constaté directement dans le diabète. Jusque là, tout ce qu'on est en droit de dire, c'est que l'insuline remédie à tous les diabètes.

L'insuline, qui est efficace contre le diabète, s'est révélée encore très efficace contre une foule d'affections non diabétiques. On connaît l'habitude médicale : le médecin reçoit une médication spécifique contre une maladie déterminée ; après en avoir usé pour cette maladie, il l'essaie, plus ou moins au hasard, dans toute une série d'autres maladies, en s'inspirant de vagues analogies.

Parmi les affections non diabétiques auxquelles l'insuline remédie le plus nettement, il faut citer les artérites non diabétiques. Jusqu'ici on ne possédait aucun médicament vraiment efficace dans ces affections, de sorte que l'insuline en apparaît aujourd'hui comme le médicament spécifique. On a fait des hypothèses sur cette action. Elles partent toutes de cette constatation certaine, que l'insuline active la combustion du sucre. On en a conclu qu'en activant la combustion du sucre dans une artère malade, on remédiait aux troubles de nutrition dont elle est le siège. Cette application de l'insuline

aux artérites, qui, au premier abord, n'apparaît que comme une réussite empirique, ouvre donc tout un chapitre nouveau du métabolisme au sein des tissus malades.

Telle est devenue aujourd'hui la question du diabète. Son traitement s'est transformé grandement avec la découverte de l'insuline. Mais la possession de l'insuline a fait faire à son tour de grands progrès dans des questions de nutrition sans rapport avec le diabète.

La tuberculose

La tuberculose est une infection due à un bacille découvert par Koch. Elle peut affecter tous les organes : le poumon, l'intestin, la rate, le cerveau, les reins, les os, mais c'est à coup sûr le poumon qui est le plus souvent atteint, et dire d'un sujet, sans autre spécification, que c'est un tuberculeux, c'est dire implicitement qu'il est affecté de tuberculose pulmonaire.

La tuberculose est le grand fléau de l'humanité. Cette maladie tue à elle seule plus d'êtres humains que toutes les autres maladies réunies. On conçoit le souci qu'ont eu depuis longtemps les médecins de combattre ce redoutable fléau, et dans ce court chapitre, nous voudrions seulement indiquer à quels résultats ils ont abouti.

Il faut tout d'abord distinguer les manifestations tuberculeuses en différentes catégories et mettre d'un côté les tuberculoses pulmonaires et d'un autre côté les tuberculoses non pulmonaires.

Il y a beaucoup de tuberculoses non pulmonaires, dont le pronostic n'est pas trop grave et qui guérissent spontanément ou par le secours de l'art.

La tuberculose péritonéale, dans certaines formes du moins, guérit souvent grâce à une bonne alimentation et à l'exposition du ventre aux rayons solaires. Un ganglion tuberculeux s'extirpe chirurgicalement comme un corps étranger, et les suites de l'opération sont favorables.

Mais quand la tuberculose atteint le poumon, le pronostic devient de suite beaucoup plus grave, et c'est tout spécialement sur la thérapeutique de cette tuberculose qu'ont porté les efforts.

Nous parlerons à ce sujet surtout de l'alimentation, du pneumothorax artificiel, de la prophylaxie et de la vaccination.

Dans le chapitre de l'alimentation, nous noterons surtout l'usage de la viande crue préconisée par Richet et Héricourt. Au cours d'expériences sur le chien, ces auteurs avaient noté que les chiens nourris à la viande crue résistaient beaucoup mieux à l'infection tuberculeuse que les autres chiens. On avait espéré qu'il en serait de même pour l'homme. Actuellement, on use souvent de la viande crue, surtout en tant qu'aliment commode pour suralimenter un malade, mais on ne croit plus guère à la viande crue comme agent curateur de la maladie.

N'y a-t-il cependant rien à tirer d'utile pour l'homme des constations expérimentales de Richet? Nous ne voudrions pas l'affirmer. Il arrive souvent qu'une idée excellente ne reçoive tout d'abord aucune application pratique et qu'elle soit ensuite reprise avec succès grâce à des perfectionnements techniques. Rappelons, par exemple, que Richet

avait prévu l'efficacité de la sérothérapie. Cependant ses propres essais de sérothérapie furent un échec complet. Reprise par Behring et Roux, la sérothérapie eut le succès que l'on sait. Avant la découverte de l'insuline, on avait essayé de traiter le diabète par des extraits du pancréas, ces tentatives ne donnèrent pas le moindre succès ; ultérieurement les travaux de Best et Banting devaient cependant nous mettre en possession de l'insuline.

Enregistrons par conséquent les observations de Richet sur la zomothérapie comme des faits expérimentaux intéressants et ne préjugeons en rien de leur avenir thérapeutique.

Normalement, la plèvre pulmonaire, cette mince membrane qui enrobe le poumon, est en contact direct avec la plèvre pariétale, cette mince membrane qui couvre la face interne de la cage thoracique. De l'air peut accidentellement séparer les deux plèvres. Il y a alors pneumothorax. On avait remarqué que l'évolution de la tuberculose pulmonaire est parfois favorablement influencée chez les malades qui font accidentellement un pneumothorax. Cette constatation a suggéré l'idée de traiter systématiquement les tuberculeux pulmonaires en injectant de l'air ou de l'azote entre les deux plèvres, en créant un pneumothorax artificiel.

Cette thérapeutique est fréquemment utilisée dans beaucoup de pays depuis quelques années. Ses effets immédiats sont souvent remarquables. Chez les fébricitants, la fièvre tombe, l'appétit revient, l'évolution de la tuberculose est momentanément arrêtée. Y a-t-il dans le pneumothorax artifi-

ciel une thérapeutique destinée à révolutionner le traitement de la tuberculose ? Certainement non. C'est une thérapeutique utile avec des effets temporaires intéressants, mais sans rien de plus.

La tuberculose est contagieuse. Si l'homme devient si souvent tuberculeux, c'est qu'il prend le germe soit d'un autre homme, soit d'un animal tuberculeux. On voit donc par quels moyens on évitera la contagion. Ces moyens seront d'application aisée quand il s'agira d'éviter la contagion animale; on interdira l'usage du lait de vaches tuberculeuses, on interdira l'usage de la viande d'animaux tuberculeux. Mais prémunir l'homme contre la contagion en provenance d'autres hommes tuberculeux est d'une toute autre difficulté. Beaucoup de tuberculeux toussent et crachent ; ils répandent autour d'eux des bacilles que leurs voisins inhalent ou ingèrent. La prévention de l'infection exigerait donc l'isolement des tuberculeux ; mais leur nombre étant considérable, l'isolement est impossible, sauf dans des cas exceptionnels. Cette situation est cependant pleine de périls et en voici la preuve. Comparons la mortalité des nouveau-nés dans les familles où il y a des tuberculeux et dans celles où il n'y en a pas. Dans le premier cas, cette mortalité atteint le quart des naissances ; le mot de fléau n'est pas trop fort ici. Dans le second cas, cette mortalité est de deux ou trois pour cent.

La vaccination a pour objet d'éviter ces contagions que les lois sociales sont véritablement im-

puissantes à prévenir. Elle avait été tentée souvent sans aucun succès. Mais il semble bien que les recherches de Calmette, dont le début remonte à 1923, nous permettent un grand espoir.

Leur principe est identique à celui de toute vaccination. Mais c'est le mode d'application qui est très spécial.

Calmette a voulu d'abord obtenir une race de bacilles tuberculeux peu virulents. Il a obtenu la souche désirée en cultivant les bacilles sur de la bile.

Il s'agissait ensuite de trouver le mode d'inoculation convenable dans l'organisme. Calmette a adopté la voie digestive. Les cultures de bacilles sont mêlées aux aliments.

Dans une première série de travaux, l'auteur se rend compte que, par sa méthode, il immunise d'une manière efficace les animaux. Ces résultats expérimentaux étant acquis, il s'agissait de pratiquer des essais sur l'homme. Ce fut avec Weill Hallé que Calmette les entreprit.

Ces auteurs se sont adressés à des nouveau-nés dans les familles ayant des membres tuberculeux. Dans ces milieux, la mortalité infantile est d'environ 25 %, nous l'avons dit, pour les enfants de moins d'un an.

C'est à ces nouveau-nés élevés dans des milieux infectés que Calmette et Weill Hallé font ingérer quelques jours après la naissance du bacille tuberculeux avirulent mêlé au lait ; et dans la mesure du possible les enfants inoculés sont ensuite gardés en observation.

Sans qu'il soit encore possible de donner de chiffre précis sur la mortalité des enfants inoculés, il ressort des travaux publiés qu'elle est en moyenne

inférieure à 3 %. C'est donc un succès indéniable.

Cette vaccination a-t-elle des effets durables ? Maintiendra-t-elle l'adulte à l'abri de la tuberculose ? Le début de l'application de la méthode de Calmette ne datant que de 1923, on ne peut encore rien affirmer. Mais c'est déjà un tel progrès que de supprimer, pour ainsi dire complètement, la mortalité par tuberculose chez les nouveau-nés, que la méthode est actuellement appliquée en grand dans de nombreux pays.

Table des Matières

Bordeaux. — Imp. J. Bière, 18-20, rue du Peugue. — 1930.



